
DIPLOMARBEIT

Herr
Günter Joachim Riedler

Businessplan Serviceabteilung

Businessplan für den Aufbau einer
Serviceabteilung mit Fokus auf Smart Service

Mittweida, 2021

Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen

DIPLOMARBEIT

Businessplan Serviceabteilung

Businessplan für den Aufbau einer
Serviceabteilung mit Fokus auf Smart Service

Autor:

Herr

Günter Joachim Riedler

Studiengang:

Energietechnik

Seminargruppe:

ET-WZ-17

Erstprüfer:

Professor Dr. rer. pol. Andreas Schmalfuß

Zweitprüfer:

Professor Dr. rer. oec. Johannes N. Stelling

Einreichung:

Edelschrott, 30.07.2021

Verteidigung/Bewertung:

Edelschrott, 2021

DIPLOMA THESIS

Business plan Service Department

Business plan for setting up a service department with focus on smart service.

author:

Mr.

Günter Joachim Riedler

course of studies:

Energie Management

seminar group:

ET-WZ-17

first examiner:

Professor Dr. rer. pol. Andreas Schmalfuß

second examiner:

Professor Dr. rer. oec. Johannes N. Stelling

submission:

Edelschrott, 30.07.2021

defence/ evaluation:

Edelschrott, 2021

Bibliografische Beschreibung:

Riedler, Günter Joachim:

Businessplan Serviceabteilung. - 2021. - XII, 100, 15 S.

Mittweida, Hochschule Mittweida, Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen,
Diplomarbeit, 2021

Referat:

In der eingereichten Arbeit geht es um einen Businessplan für eine Serviceabteilung, die in einer bestehenden Geschäftseinheit aufgebaut werden soll. Um überhaupt eine wirtschaftliche Tragfähigkeit zu verifizieren wird Eingangs der Markt samt Wachstumsprognosen als sinnvolle Vorausbedingung für dieses Geschäftsfeld genannt um daraus den Forschungsauftrag der Umsetzung einer Serviceabteilung und deren Positionierung im Markt, basierend auf den derzeitigen Kernkompetenzen, auszuloten.

Service, auch als Instandhaltung bezeichnet, wird anschließend theoretisch aufgearbeitet, in dem die Strategien mit den aktuellen wie auch zukünftigen Anforderungen und Zielen durchschritten werden, um ein Verständnis für die derzeitige Situation aber auch die zukünftige Vision zu bekommen. IIoT ist ein Teil der Zielstrategie, aber kann diese überall eingesetzt werden, um auch Vorteile zu generieren? Und wer überwacht die Überwachung – SIL-Klassen?

Dieser Erkenntnisgewinn und die Potenzialanalyse, wo wir mit unseren Kernkompetenzen stehen, wird im Anschluss ein Businessplan aufgebaut, der aber wesentliche Teile ausspart, weil es um eine Erweiterung eines Geschäftsfeldes geht und nicht zwingend der Markt oder die Marktbegleiter vorrangig sind.

Der im Rahmen dieser Arbeit aufgebaute Kundenanknüpfungspunkt soll letztlich der „Single Point of Contact (SPC)“ für das weltweite Geschäft sein.

Inhalt

Inhalt I

Abbildungsverzeichnis	V
Diagramm-, Tabellen-, Gleichungsverzeichnis	VI
Abkürzungsverzeichnis	VII
1 Einleitung.....	1
1.1 <i>Ausgangssituation.....</i>	1
1.2 <i>Potentiale im Servicegeschäft</i>	2
1.3 <i>Zielsetzung und Themenfelder</i>	10
1.4 <i>Vorgehensweise.....</i>	11
1.5 <i>Aufbau der Forschungsarbeit</i>	13
2 Theorie zu Instandhaltung und Assets	15
2.1 <i>Begriffsdefinitionen.....</i>	15
2.1.1 <i>Begriffsdefinition „Management“</i>	15
2.1.2 <i>Begriffsdefinition „Asset“.....</i>	15
2.1.3 <i>Begriffsdefinition „Instandhaltung“</i>	16
2.2 <i>Entwicklungsgeschichte</i>	19
2.2.1 <i>Historische Entwicklung, die Anfänge</i>	19
2.2.2 <i>Entwicklungen mit Beginn der industriellen Revolution.....</i>	21
2.2.3 <i>Qualifikationsdifferenzierung bei Mitarbeitern</i>	22
2.2.4 <i>Standards – das Abfallprodukt der Instandhaltung</i>	22
2.2.5 <i>Wie ist Instandhaltung heute zu verstehen?</i>	23
2.2.6 <i>Instandhaltung evolviert zu Assetmanagement</i>	24
2.3 <i>Instandhaltung im Zeitgeist.....</i>	25
2.4 <i>Das Musterbeispiel – als Präzedenzfall.....</i>	26
2.5 <i>Strategien der Instandhaltung.....</i>	27
2.5.1 <i>Reaktive Instandhaltung.....</i>	29
2.5.2 <i>Präventive Instandhaltung – periodische IH.....</i>	31
2.5.3 <i>Präventive Instandhaltung – vorausschauende IH.....</i>	32
2.5.4 <i>Zustandsüberwachte Instandhaltung (Condition Monitoring (CM))</i>	32

2.5.4.1	Condition-based Maintenance.....	34
2.5.4.2	Reliability Centered Maintenance (RCM)	34
2.5.4.3	Data based Maintenance	34
2.5.4.4	Performance-based Maintenance	34
2.5.1	Ausfallverhalten – Reifegrad vs. Komplexität	35
2.5.1.1	Prognostizierbarkeit	37
2.5.2	Instandhaltung wird Asset Management.....	44
2.6	<i>Ziele der Instandhaltung im Asset Management.....</i>	44
2.6.1	IH als Instandsetzer - Kernaufgabe	45
2.6.2	Nachhaltigkeit	45
2.6.3	Wissensmanagement.....	45
2.6.4	Digitalisierung als Instandhaltungsaufgabe	45
2.6.4.1	Technologische sowie Leistungsanpassung	46
2.6.5	IT-Sicherheit in produktionsnahen Informationssystemen	46
2.6.6	Rechts- / Unternehmenskonformer Anlagenbetrieb.....	47
2.6.7	Instandhaltung als Ressourcen (-effizienz)-management.....	47
2.6.7.1	Verfügbarkeitsoptimierung	48
2.6.7.2	Ressourcenmanagement, -effizienz	49
2.6.8	Kulturwandel: Steigern der Umsetzungsgeschwindigkeit	49
2.6.9	Der demographische Wandel – Qualifikationsanforderungen der Ausbildung.....	50
2.7	<i>Der Anlagenmanager, Optimierung der Lebenszykluskosten.....</i>	51
2.8	<i>IH-Ziele treiben die Optimierung im Asset Life Cycle.....</i>	52
3	Lebenszyklusbetrachtungen im Kontext des Umfeldes.....	53
3.1	<i>Live Cycle Management (LCM).....</i>	54
3.2	<i>Life-cycle-costing (LCC)– Lebens-Zyklus-Kosten(-rechnung).....</i>	57
3.3	<i>Live cycle assessment (LCA) – Die Ökobilanz</i>	60
3.4	<i>CAPEX vs. OPEX.....</i>	62
4	Aktueller Status.....	64
4.1	<i>IIoT bei Brown-Field-Anlagen.....</i>	64
4.2	<i>Demographische Personalstruktur</i>	65
5	„Der Businessplan -Serviceabteilung“	68
5.1	<i>Businessplan</i>	68
5.1.1	Allgemeines	68
5.1.2	Ziele und Strategie.....	69
5.1.2.1	Die Ziele.....	70
5.1.2.2	Strategische Ausrichtung	71
5.1.3	(Total) Asset Management als Dienstleister – das Ziel.....	72

5.1.3.1	Der ganzheitliche Ansatz.....	72
5.1.3.2	Die Dimensionen des „Total“ Asset Management.....	73
5.1.4	Kostenstruktur des Bereiches.....	76
5.1.5	IH-Dienstleister „Ja oder Nein“	77
5.1.6	Eigenleistung vs. Fremdbezug – die Entscheidung	79
5.1.7	Kriterien der Entscheidung	79
5.1.8	Modelle der Entscheidung.....	80
5.1.8.1	Das Kernkompetenzmodell	80
5.1.8.2	Das Ressourcen Modell	80
5.1.8.3	Das Transaktionskosten Modell.....	81
5.1.8.4	Hinweis zu den Modellen.....	82
5.1.9	Markt und Wettbewerb	82
5.1.9.1	Markt.....	82
5.1.9.1	Wettbewerb.....	83
5.2	<i>Das Geschäftsmodell</i>	83
5.2.1	Die Organisation / Struktur	83
5.2.1.1	Management, Organigramm.....	84
5.2.2	Übersicht Geschäftsprozesse.....	85
5.2.3	Eigene Produkte vs. Kundennutzen.....	86
5.2.4	Nivellierung gegenüber der Zielkunden	87
5.2.4.1	Technisches Leistungsvermögen	87
5.2.4.2	Organisatorisches Leistungsvermögen.....	87
5.2.4.3	Technologisches Leistungsvermögen.....	88
5.2.4.4	Der Leistungsumfang	88
5.2.4.5	Technische Ausführung.....	89
5.2.5	Marketing und Vertrieb	90
5.2.6	Chancen und Risiken	90
6	Praktischer Teil „Webauftritt“	91
6.1	<i>Allgemeines</i>	91
6.1.1	Die Zielvorstellung.....	91
6.1.2	Wahl der Plattform.....	92
6.1.3	Low-Code-Programmierung - Mendix.....	92
6.1.4	Strukturplan der Web-App.....	93
6.2	<i>Aufbau der Webseite</i>	95
6.2.1	Ablaufschema	95
6.2.1.1	Struktur für Mobiltelefone	95
6.2.1.1	Struktur für mobile Endgeräte (Tablet) oder Monitor.....	96
6.2.2	Erweiterung für“ Smart Services“.....	97
6.2.3	Psychologische Aspekte, Erscheinungsbild.....	97
6.2.4	Corporate Identity (CI) als Vorgabe	98
6.2.5	Datenschutz	98

7	Zusammenfassung	99
7.1	<i>Executive Summary</i>	99
7.2	<i>Ausblick</i>	100
Index	102	
Literatur	103	
Anlagen	111	
Anlagen, Teil 1		I
Selbstständigkeitserklärung		5

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1, Pflege-, Wartungsaufwand bei wachsendem Maschinenanteil – eigene Darstellung.....	3
Abbildung 2, Automatisierung vs. Instandhaltungskosten (eigene Darstellung)	4
Abbildung 3, Leistungsfähigkeit des Aggregates	23
Abbildung 4, IH-Kosten vs. Verfügbarkeit	26
Abbildung 5, IH-Strategien	28
Abbildung 6, P-F Kurve	29
Abbildung 7, Badewannenkurve.....	35
Abbildung 8, multiple Indikatoren für Ausfälle	37
Abbildung 9, sechs Ausfallsprofile unterschiedlicher Fehler	38
Abbildung 10, Formparameter der Weibull-Verteilung	39
Abbildung 11, Kinderkrankheiten	41
Abbildung 12, Tätigkeitsbereiche IT-Sicherheit in der Produktion	47
Abbildung 13, OEE Zusammensetzung.....	48
Abbildung 14, Instandhalter zu Smart Service Manager	51
Abbildung 15, gesamter Lebenszyklus	53
Abbildung 16, Life Cycle Thinking, LCM, LCA, LCC	54
Abbildung 17, Schnittmenge der Nachhaltigkeit.....	55
Abbildung 18, Umfang der Einflüsse die von LCA, LCC und SLCA	56
Abbildung 19, Dimensionen für LCC.....	58
Abbildung 20, Prozess mit LCC.....	59
Abbildung 21, Entwicklung Ökobilanz.....	61
Abbildung 22, Anlagenkostenvergleiche LCC, LCA	63
Abbildung 23, Veränderung der Altersstruktur.....	67
Abbildung 24, Paradigmenwechsel.....	69
Abbildung 25, Businessziele.....	70
Abbildung 26, Anknüpfungspunkte Service	71
Abbildung 27, Konzept des Total Asset Management	73
Abbildung 28, Organisationsstruktur der Serviceabteilung.....	84
Abbildung 29, Divisionsorganigramm	85
Abbildung 30, SAP - Geschäftsprozess	86
Abbildung 31, Mendix Studio Pro	93
Abbildung 32, Programmiersymbole	93
Abbildung 33, Anfrageüberprüfung	94
Abbildung 34, Web-App am Mobiltelefon, Service gewählt.....	96
Abbildung 35, Web-App am Tablet oder Monitor.....	97

Diagramm-, Tabellen-, Gleichungsverzeichnis

Diagramm 1, Bruttoanlagevermögen Maschinen - eigenen Darstellung, nur Maschinen und Geräte aus obiger Tabelle	6
Diagramm 2, Bruttoanlagevermögen Deutschland	6
Diagramm 3, Instandhaltungskosten direkt/indirekt	8
Diagramm 4, Lebenszykluskosten von Anlagen	10
Diagramm 5, Ausfallrate	43
Diagramm 6, Dichtefunktion.....	43
Diagramm 7, Projektgröße vs. Kostenstruktur	77
Tabelle 1, Bruttoanlagevermögen nach Vermögensarten	5
Tabelle 2, Effekt optimierter Instandhaltung	7
Tabelle 3, Aufzählung der IH-Kosten – eigene Darstellung	8
Tabelle 4, Orientierungswerte für den Gestaltungsparameter Alpha	42
Gleichung 1, Dichtefunktion	40
Gleichung 2, Verteilfunktion	40
Gleichung 3, Zuverlässigkeitsfunktion	40
Gleichung 4, die Ausfallrate	40
Gleichung 5, Verfügbarkeit	48
Gleichung 6, Leistungseffizienz	49
Gleichung 7, Qualitätsrate	49

Abkürzungsverzeichnis

ABC	Activity-Based Costing
AG	Aktiengesellschaft
AHP	Analytic Hierarchy Process
AI	Artificial Intelligence
AM	Asset Management
ANCOVA	Analysis of Covariance
ANOVA	Analysis of Variance
ANSI	American National Standards Institute
APME	PlasticsEurope – Association of Plastics Manufacturers Europe
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
BCG	Boston Consulting Group
BEP	Best Efficiency Point
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BS	British Standards
BSI	British Standards Institution
CAPEX	Capital Expenditures (dt. Investitionsausgaben für längerfristige Anlagegüter)
CBA	Cost-Benefit Analysis (dt. Kosten-Nutzen-Analyse)
CBS	Cost Breakdown Structure (dt. Kostenstrukturplan)
CEI	Commission Electrotechnique Internationale (siehe IEC)
CEN	Comité Européen de Normalisation (Europäisches Komitee für Normung)
CM	Corrective and Breakdown Maintenance
CMMS	Computerized Maintenance Management System
CO ₂	Kohlenstoffdioxid

CSR	Corporate Social Responsibility
CSS	Cascading Style Sheets
DA	Diplomarbeit
DESTATIS	Portal des Statistischen Bundesamts Deutschland (hier: für Behörde)
DfE	Design for Environment (Ökodesign)
DIN	Deutsches Institut für Normung
DIN / DIN®	Deutsches Institut für Normung e. V. / Deutsche Industrie-Norm(en)
DIN V	Vornorm DIN
Diss.	Dissertation
DKIN	Deutsches Komitee Instandhaltung
E DIN	Normentwurf DIN
E/V	Ersatz-/Verschleiß-(Teile)
EC	European Commission (Europäische Kommission, s. EU COM)
EG	Europäische Gemeinschaft
EJOR	European Journal of Operations Research
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme (dt. Öko-Audit)
EN	Europäische Norm
EPLCA	European Platform on Life Cycle Assessment
ERP	Enterprise-Resource-Planning
et al.	et alteri oder et alii = und andere
EU	Europäische Union
EU COM	Europäische Kommission (European Commission)
EUR	Euro
EUROSTAT	Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften
F	Eintritt des Ausfalls durch den Fehler
f.	folgende Seite
FEMCA	Failure Mode Effect and Criticality Analysis Technique
ff.	folgende Seiten

FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
FTA	Fault Tree Analysis (Fehler(zustands)baumanalyse)
FuE	Forschung und Entwicklung
GLRD	Gleitringdichtung
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GRI	Global Reporting Initiative
HAZOP	Hazard and Operability (strukturierte Prozessanalyse, entspricht PAAG)
Hrsg.	Herausgeber
hrsg.	Herausgegeben
HSE	Health, Safety and Environment
I+R	Instandsetzung und Reparatur
ICC-Charta	International Chamber of Commerce-Charta as of 1991
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IH	Instandhaltung
IHK	Instandhaltungskosten
IIoT	Industrial Internet of Things
IJOPM	International Journal of Operations and Productions Management
IJPE	International Journal of Production Economics
IPSA	Instandhaltungsplanung-, steuerung und –analyse
ISO	International Organization of Standardization
ISO 14040	DIN EN ISO 14040 (als Beispiel für Abkürzung)
ISO SC	ISO Sub Committee (dt. untergeordneter Fachausschuss)
ISO TC	ISO Technical Committee (dt. Fachausschuss)
ISO TR	ISO Technical Report (dt. Technischer Bericht)
ISO TS	ISO Technical Specification (dt. Technisches Forderungsdokument)
IT	Information Technology (dt. Informationstechnologie)
JOM	Journal of Operations Management

JQME	Journal of Quality in Maintenance Engineering
KI	Künstliche Intelligenz
KPI	Key Performance Indicator
LCA	Life Cycle Assessment (dt. Evaluierung über den Lebenszyklus, Ökobilanz)
LCC	Life Cycle Costing (dt. Lebenszykluskostenrechnung) ¹
LCCA	Life Cycle Cost Analysis (dt. Lebenszykluskostenanalyse)
LCD	Life Cycle Design (dt. lebenszyklusorientiertes Gestalten / Design)
LCE	Life Cycle Engineering (dt. Ganzheitliche Bilanzierung)
LCI	Life Cycle Inventory (dt. Sachbilanz über Lebenszyklus)
LCIA	Life Cycle Impact Assessment (dt. Wirkungsbilanz über Lebenszyklus)
LCM	Life Cycle Management (dt. lebenszyklusorientiertes Management)
LCO	Lowest Cost of Ownership
LCPD	Life Cycle Product Design (dt. lebenszyklusorientiertes Produktdesign)
LCT	Life Cycle Thinking (dt. lebenszyklusorientiertes Denken)
LLCC	Least Life-Cycle Costs
MANOVA	Multiple Analysis of Variance
MCDM	Multi Criteria Decision Making
MDT	Mean Down Time
MSE	Mean squared error
MTBF	Mean Time Between Failure
MTTF	Mean Time to Failure
MTTFF	Mean Time to first Failure
MTTR	Mean Time to Repair
NAGUS	Normenausschuss Grundlagen des Umweltschutzes im DIN e. V.
Net.LZD	Netzwerk Lebenszykluskosten (Forschungsprojekt des ITAS-ZTS)

¹ Hinweis: LCC kennzeichnet in der Literatur sowohl „life cycle costs“ (dt. Lebenszykluskosten) als auch „life cycle costing“ (dt. ~rechnung). In dieser Diplomarbeit definiert die Abkürzung LCC allein „life cycle costs“.

NRO / NGO	Nicht-Regierungsorganisation (Non-Governmental Organisation)
O&M	Operation and Maintenance
o.V.	ohne Verfasserangabe
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OEE	Overall Equipment Effectiveness
OPEX	Operational Expenditures
P	Punkt des Auftretens eines Fehlers
PAAG	Prognose, Auffinden der Ursachen, Abschätzen der Auswirkung, Gegenmaßnahmen
PD	Published Document (Kennzeichnung des BSI)
PDF	Portable Document Format
PDM	Predictive Maintenance
PM	Preventive Maintenance
POI	Point of Interest
prEN	Europäischer Norm-Entwurf (pre)
PRM	Proactive Reliability Maintenance
RAM	Reliability, Availability and Maintainability
RAMS	Reliability, Availability, Maintainability & Safety
RBI	Risk Based Inspection
RCM	Reliability Centred Maintenance
RCO	Real Cost of Ownership
s.	siehe
S.	Seite
SAI	Social Accountability International
SCEA	Society of Cost Estimating and Analysis
SETAC	Society of Environmental Toxicology and Chemistry
SLCA	Social Life Cycle Assessment
SLCC	Social LCC (dt. gesellschaftsorientiertes LCC)
SLUB	Sächsische Landesbibliothek, Staats- und Universitätsbibliothek Dresden

SSE	Sum of squares for error
TAM	Total Asset Management
TBO	Total Benefits of Ownership
TCO	Total Cost of Ownership
TLC	Total Life Cost
TLM	Through Life Management
TOC	Total Cost of Ownership
TOC	Total Ownership Cost
TOPSIS	Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
TPM	Total productive maintenance
UNEP	United Nations Environment Programme
UNIFE	Union des Industries Ferroviaires Européennes
USDOD	U. S. Department of Defense (Verteidigungsministerium der USA)
USDOE	U. S. Department of Energy (Energieagentur der USA)
USDOT	U. S. Department of Transport (Verkehrsministerium der USA)
USEPA	U. S. Environmental Protection Agency (Umweltschutzagentur der USA)
USGAO	U. S. Government Accountability Office (Vgl. Bundesrechnungshof)
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.
vgl.	Vergleiche
vs.	versus, bezeichnet: gegen(übergestellt)
W&I	Wartung und Instandhaltung
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
WBS	Work breakdown Structure (dt. Projektstrukturplan)
zit.	nach zitiert nach

1 Einleitung

Inspiziert von der veränderten betrieblichen Aufgabe, eine neue Abteilung für Service an und für unsere Rauchgasreinigungen aufzubauen, habe ich diese zu meinem Diplomarbeitsthema gemacht. Anfänglich war der Begriff Service der Überbegriff für alle Belange, die gedanklich dem „After Sales Service/Market“ zuzuordnen waren. Dem entsprechend spannt sich der Bogen vom Ersatzteilgeschäft über das Teilegeschäft bis hin zu „Smart Services“. Diese IIoT-Lösungen sind teilweise völlig neu und jeder hat dazu „seine“ Meinung. Die ebenfalls darin enthaltenen AI-Lösungen sind noch nicht in jedermanns Wahrnehmung angekommen bzw. werden vorhandene Lösungen damit nicht in Verbindung gebracht.

Sehr wohl aber sind die klassischen Serviceleistungen, wo an den Aggregaten Reparaturen, Verbesserungen und Modifikationen aller Art durchzuführen sind, integraler Bestandteil des Portfolios. Nachdem unser Geschäftsfeld die Welt umspannt, habe ich diese Aufgabe auch global umzusetzen.

Anschließend zu dieser Kapiteleinleitung, beginnt die Erörterung der Ausgangssituation. Es wird/werden die korrespondierende(n) Problemstellung(en), Einflussdimensionen samt der Querschnittsbereiche für den Aufbau eines Businessplanes einer Service- und Retrofit Abteilung umrissen. Nachfolgend werden kurz die Potentiale ausgeleuchtet, die Zielsetzungen aus der Problemstellung kondensiert und die Aufgabe sowie deren daraus abgeleitete Forschungsfragen beschrieben. Zum Arrondieren des Kapitels wird das methodische Vorgehen in dieser Forschungsarbeit sowie deren konzeptioneller Aufbau graphisch dargestellt und kurz erläutert.

1.1 Ausgangssituation

Die Energieerzeugungs- und Kraftwerksbranche ist das Geschäftsumfeld, in der sich die Sparte der Firma, für die ich tätig bin, verdient. Der Betrieb hat eine lange geschichtliche Entwicklung durchlaufen, in der sich mangels Anpassung der Name mehrfach änderte und damit auch die Entwicklungsrichtung des speziellen Geschäftsfeldes. Das Marktsegment des Anlagenbaues, das seit nunmehr über 40 Jahre bewirtschaftet wird, ist die Rauchgasreinigung von Kohle-Kraftwerken sowie kohlegefeuerten Energieerzeugungsanlagen für die Prozessindustrie. Den jüngsten Entwicklungen geschuldet, verändert sich das Betätigungsfeld hin zu thermischen Entsorgungsanlagen für Problem- und Reststoffe. Als weiterer Zielmarkt sind Großmotore, wie sie in der Schifffahrt eingesetzt werden, erkannt worden, da diese durch den Einsatz von günstigem Schweröl auch gleichartige Rauchgasreinigungsanlagen brauchen.

All diese vorhin genannten Branchen, in denen derartige Anlagen zum Einsatz kommen, haben den Anspruch von maximaler Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit. Aus der Versorgungssicherheit und den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, vorwiegend Liefer- oder Terminverpflichtungen, sind diese Industrieanlagen, wie auch Antriebsaggregate der Schiffe oft überdimensioniert oder mit (mehrfach) redundanten Aggregaten in neuralgischen Bereichen ausgeführt worden.

Angesichts des Wachstumsdranges, speziell bei börsennotierten Unternehmen, der mit traditionellen Anlagenverkäufen nicht mehr darzustellen ist, sucht man neue Betätigungsfelder. Neubauten von Kraftwerken mit fossiler Energie, vorwiegend den Klimazielen geschuldet, werden kaum mehr bewilligt. Derzeit ist der Technologiereifegrad eines Energieversorgungssystems abgestützt auf akzidentielle Energieträger (Sonne und Wind) überschaubar, aber der stetige Anstieg des „Grünstrom“-Anteils führt bereits zu veritablen Beeinflussungen der Versorgungssicherheit. Auf die bestehenden Kraftwerke sofort zu verzichten geht, aus Versorgungsüberlegungen und Netzstabilität², also noch nicht wirklich. Damit werden der Bedarf und Druck, diese Anlagen zu erhalten, immer größer. Ein stetiges wirtschaftliches Optimieren im Rahmen von Serviceeinsätzen hält diese Anlagen verfügbar und verbindet diese mit den aktuellen Technologien. In der Transportschifffahrt, die ähnlich lange Einsatzzeiten wie Kraftwerke für die Energieerzeugung haben, ist auch der Kostendruck so hoch, dass es zu keinem raschen Wandel in der Technologie kommt. Hier muss durch Ergänzungen mit verschiedenen Technologien die Anpassung an die neuen Rahmenbedingungen geschaffen werden.

Der wirtschaftliche Erfolg dieser Branchen ist nahezu ausschließlich der Substitution des Produktionsfaktors Arbeit durch Kapital, vorwiegend in der ersten Welt, zuzuschreiben. Durch Einsatz moderner, aber fixkostenintensiver, verketteter Produktions- und Fertigungsanlagen verlagert sich der Anteil vom eigenen Servicepersonal hin zu externen Service Providern. Damit werden die vorhandenen Fixkosten des Personals zu variablen bedarfsorientierten Kostenanteilen, worauf später noch eingegangen wird.³

1.2 Potentiale im Servicegeschäft

Wo früher Reinigungsarbeiten und Anlagenpflege (Schmierung, Ölwechsel) die Hauptaktivitäten waren, wurde die Bedeutung von Wartungsarbeiten in der Branche, im Speziellen bei den Anlagen für die Umwelttechnik und Rauchgasreinigung, geringgeschätzt. Diese erwähnten Tätigkeiten wurden, bis vor wenigen Jahren, dem Betreiber vollständig überlassen. Die wirtschaftlich getriebene Veränderung der Anlagen führte zum Rückgang der Redundanzen und Optimierung von Bauteilen bzw. Systemgruppen. Befeuert wurde diese

² Vgl. Bec18, Vorwort

³ Vgl. Höl14

Veränderung mit der sprunghaften Verbesserung messtechnischer Überwachung und der Einführung von rechnergestützten Systemen.⁴ Die konsequent zunehmende Komplexität der Anlagen, parallel zur schleichend wachsenden Abhängigkeit, fordert ein Spezialistentum.

Wie aus der nachfolgenden Grafik ersichtlich, steigt mit dem Zuwachs an Produktionsanlagen im Austausch auch der Pflegeaufwand oder Wartungsanteil. Es wird das Risiko Mensch gegen das Risiko der Maschine oder verständlicher Humankapital gegen Kapital, welches vermeintlich besser einzuschätzen ist, ausgetauscht. Hieraus ergeben sich noch wesentlich weitreichendere Konsequenzen, die beim Umbau eines Betriebes nicht sofort auffallen.

Je höher der Anteil an Produktionsanlagen, desto höher auch der Fixkostenanteil. Damit begibt sich der Betrieb in die zwingende Abhängigkeit des Absatzes, der nie einbricht bzw. einbrechen darf ...! Eine Produktumstellung ist nur im Rahmen der Flexibilität der Produktionsanlagen möglich. Mitarbeiter hingegen wären flexibel einsetzbar und könnten Schwankungen durchlaufen, ohne bzw. kaum Fixkosten zu erzwingen.

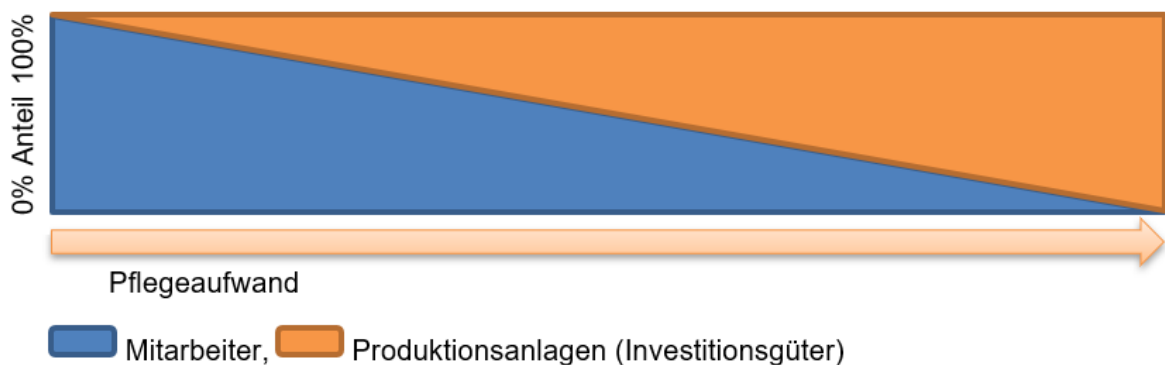


Abbildung 1, Pflege-, Wartungsaufwand bei wachsendem Maschinenanteil – eigene Darstellung

Die obige Abbildung ist ein extremer Ansatz, der nur der Veranschaulichung dient. In der folgenden Abbildung ist der Verlauf unter Berücksichtigung weiterer Faktoren dargestellt. Es ist auch eine Abschwächung zur oberen Graphik, in dem nur mehr der Instandhaltungsanteil (Mitarbeiter) durch Automatisierung ersetzt wird.

⁴ Vgl. Mou97

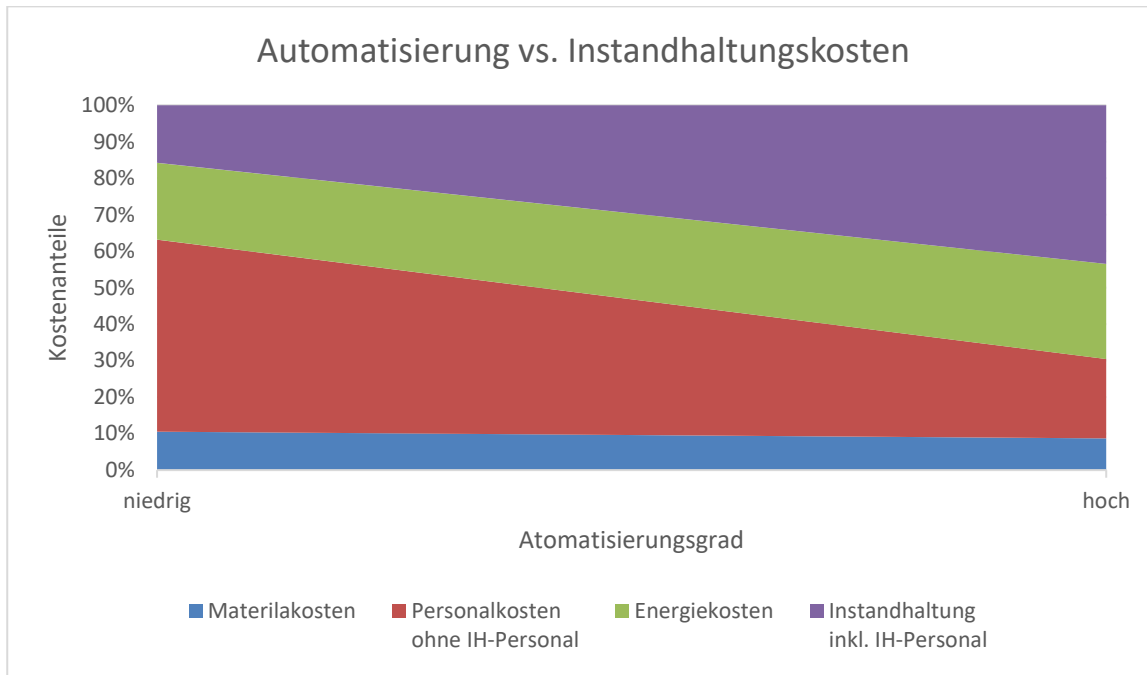


Abbildung 2, Automatisierung vs. Instandhaltungskosten⁵ (eigene Darstellung)

Mit dem Anteil an Produktionsanlagen steigt, wie oben ersichtlich, aber auch der Bedarf an Wartung. Hinzu kommt noch die zunehmende Verzahnung der Produktionsanlagen in der Abfolge der Bearbeitungsschritte wie auch die Interaktion und Vernetzung der Anlagen untereinander. Diese ebenfalls zunehmende Komplexität bei kapitalintensiven, produzierenden Unternehmen stellt neue Herausforderungen an den Betrieb. Die Wartung ist mit dem gewachsenen Personal nicht mehr darzustellen.⁶

Bei der volkswirtschaftlichen Betrachtung ist der Bruttowert des Anlagevermögens die Basis. Als Bruttowert wird der Neu- oder Wiederbeschaffungswert der Anlagen verstanden. Als Anlagevermögen werden hier alle instandhaltungsbedürftigen Güter verstanden, womit Grund und Boden ausgeklammert sind. Wie aus der nachfolgenden Tabelle⁷ ersichtlich, steigt das Bruttoanlagevermögen stetig. Darunter ist die Entwicklung der Maschinen und Geräte in einem Diagramm dargestellt, woraus ein Anstieg von ca. 3,5%, zu Beginn der Aufzeichnungen, sich auf einen Wert um die 2,5% nach 2014 einpendelt. Es ist ein Ausdruck für die Verlagerung der Wertigkeit vom Menschen hin zur Maschine. Diese stetige Umschichtung erfolgt überall in unterschiedlich starker Ausprägung. Ergänzend ist noch ein Diagramm der Bundesrepublik Deutschland angefügt, woraus sich die ähnlichen

⁵ Ras00

⁶ Mou97

⁷ Fer18

Tendenzen ableiten lassen. Diese Graphik stützt auf mehrere wirtschaftliche Bereiche ab. Steigend ist auch jeder darin vorkommende Bereich, für sich betrachtet.

Diese Veränderung ist auch in jedem Betrieb erkennbar. Zu Beginn einer Unternehmung werden die Leistungen fast ausschließlich bzw. überwiegend von Mitarbeitern (produktabhängig) erbracht. Wenn sich die Unstetigkeiten des Absatzes und der Vermarktung etwas gelegt haben, beginnt entweder der Austausch von Mitarbeitern durch Maschinen oder Software oder die Produktion wird mit Maschinen erweitert. In jedem Fall sinkt der Anteil an Mitarbeitern zu Gunsten der technischen Ausrüstung in einem Betrieb stetig die wiederum Wartung benötigt.

**Bruttoanlagevermögen¹⁾ nach Vermögensarten,
zu laufenden Wiederbeschaffungspreisen**

Jahr	Nutztiere, Nutzpflanzen	Maschinen, Geräte ²⁾	Fahrzeuge	Wohnbauten	Sonstige Bauten	Geistiges Eigentum		Bruttoanlagevermögen insgesamt
						insgesamt	davon: Forschung und Entwicklung	
	1	2	3	4	5	6	7	8=Σ1...6
Mrd. €								
1995	1,69	149,43	31,60	310,15	384,34	33,59	25,94	910,81
1996	1,66	154,58	32,85	325,26	404,90	35,37	27,23	954,62
1997	1,69	159,94	33,91	339,98	425,41	37,42	28,61	998,34
1998	1,73	165,06	35,17	354,07	442,27	40,14	30,15	1.038,43
1999	1,80	170,29	36,58	368,99	460,97	43,40	31,81	1.082,03
2000	1,67	176,92	38,78	385,30	483,00	47,22	33,64	1.132,90
2001	1,58	183,83	40,42	400,58	498,89	51,41	35,68	1.176,72
2002	1,65	189,74	41,94	415,37	513,73	55,60	37,80	1.218,04
2003	1,71	196,54	43,48	433,52	536,51	59,22	40,00	1.270,98
2004	1,91	203,74	45,04	454,41	564,83	62,81	42,21	1.332,73
2005	2,17	210,23	46,88	476,55	596,39	66,46	44,77	1.398,68
2006	2,33	216,48	47,95	503,99	632,49	70,53	47,80	1.473,77
2007	2,41	224,00	49,39	537,96	677,26	75,21	51,49	1.566,23
2008	2,39	230,49	51,10	568,91	721,50	79,62	54,88	1.654,01
2009	2,43	234,32	51,68	591,98	758,76	82,84	57,31	1.722,02
2010	2,58	237,53	52,18	617,25	797,75	86,67	60,26	1.793,96
2011	2,66	242,68	53,20	646,37	840,71	93,18	64,76	1.878,79
2012	2,73	247,80	54,10	675,08	882,02	99,65	69,64	1.961,39
2013	2,74	251,52	54,58	702,85	918,22	107,19	75,10	2.037,10
2014	2,60	256,11	54,48	729,27	951,32	113,58	79,49	2.107,37
2015	2,53	262,46	54,47	754,97	983,34	120,11	83,78	2.177,88
2016	2,59	269,60	55,68	783,42	1.019,45	127,88	89,07	2.258,61
2017	2,64	276,66	57,64	815,69	1.060,47	135,93	94,73	2.349,04

Q: STATISTIK AUSTRIA. - 1) Bestand am Jahresende. - 2) inkl. Militärischer Waffensysteme.

Tabelle 1, Bruttoanlagevermögen nach Vermögensarten⁸

⁸ Lei18

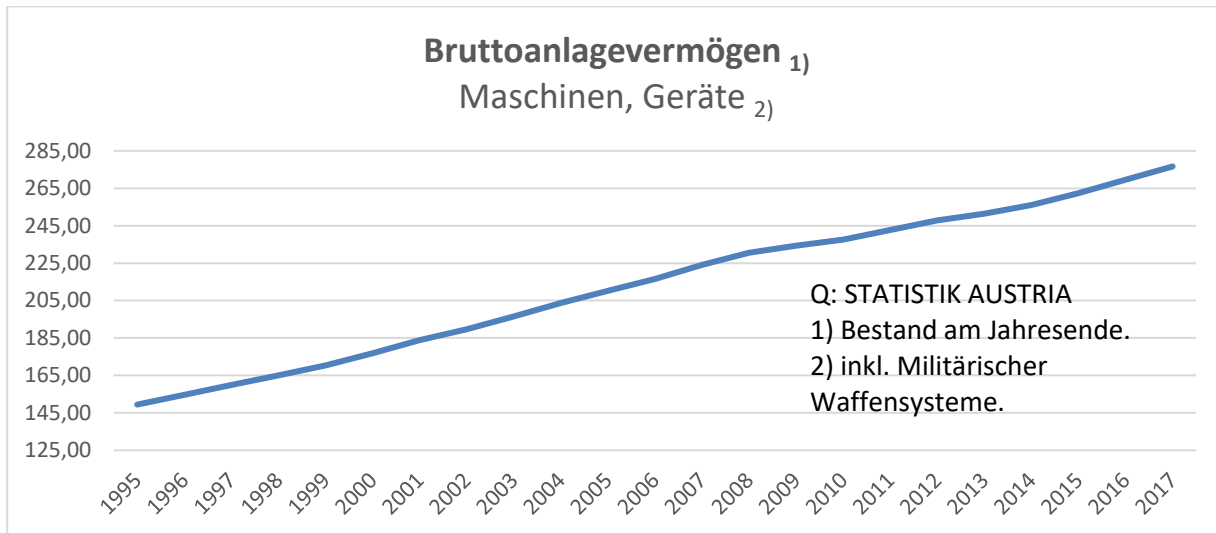


Diagramm 1, Bruttoanlagevermögen Maschinen⁹ - eigenen Darstellung, nur Maschinen und Geräte aus obiger Tabelle

Bruttoanlagevermögen* in Deutschland von 1991 bis 2019 (in Milliarden Euro)

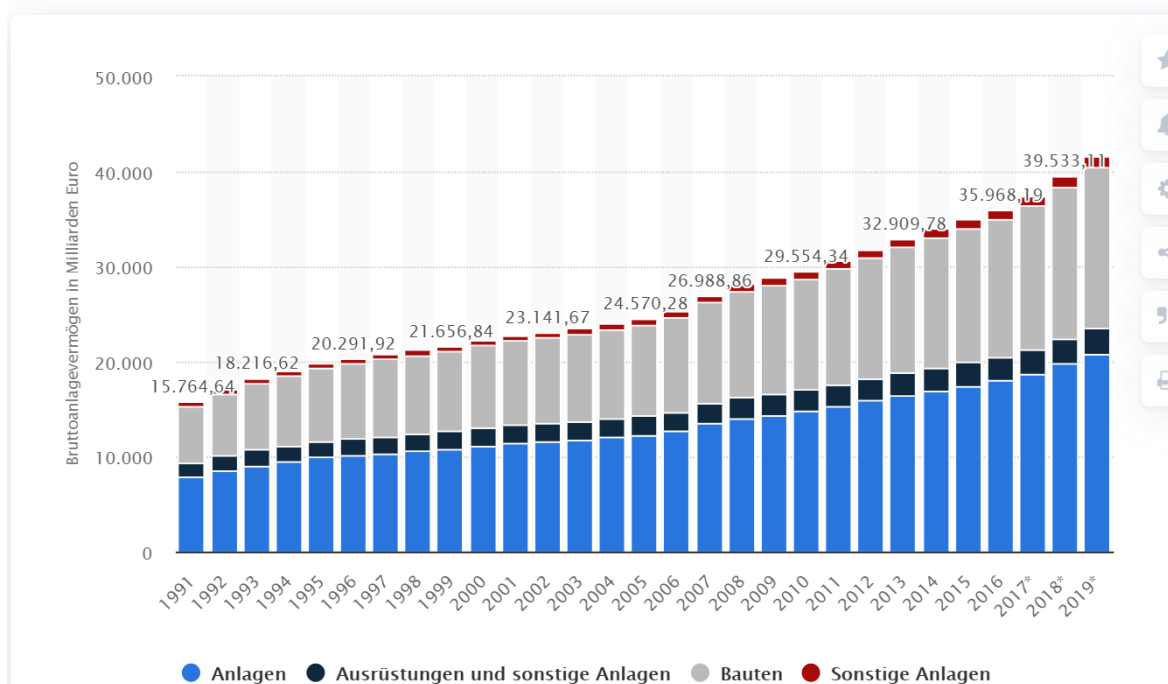


Diagramm 2, Bruttoanlagevermögen Deutschland

⁹ Lei18

Instandhaltung ist aber nicht gleichzusetzen mit der Pflege zur Systemerhaltung der Maschinen. Diese Pflege, besser als Nachführen von Schmierstoffen beschrieben, kann als unabhängig von Wartung oder Instandhaltung angesehen werden. Dieser Begriff „Instandhaltung“ und auch das Verständnis sind wesentlich umfang- und facettenreicher, da auch alle Infrastruktur- und Umweltthemen darin angezeigt werden.

In jenen Bereichen, in denen meine Division aktiv ist, birgt der Produktionsfaktor Mensch auch noch Risiko, zeitlich begrenzte Einsatz-/ Arbeitszeit, Rechte uvm., was dem Erreichen der maximalen Verfügbarkeit diametral entgegensteht.

Effekt optimierter Instandhaltung	Potenzial (Spanne)
<i>Direkte Kosten</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Personalreduktion für Instandhaltungsmaßnahmen • Vermeidung für Lagerhaltungskosten in der Instandhaltung • Zeitreduktion für geplante Instandhaltungsmaßnahmen • Senkung der Störrate • Entlastung der Meister und Vorarbeiter • Steigerung der Werkerproduktivität 	<p>5-15%</p> <p>5-50%</p> <p>0-40%</p> <p>10-30%</p> <p>10-50%</p> <p>10-40%</p>
<i>Indirekte Kosten</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Vermeidung von Produktionsausfall, Nacharbeit, etc. 	<p>15-15%</p>

Tabelle 2, Effekt optimierter Instandhaltung¹⁰

Eine Optimierung der Instandhaltung ermöglicht eine substantielle Kosteneinsparung wie aus der obigen Tabelle 2, Effekt optimierter Instandhaltung ersichtlich. Die Aufteilung der finanziellen Potentiale ist im folgenden Diagramm für den Wirtschaftsraum Deutschland dargestellt und basiert auf einer bestimmten Kostenstruktur. Für andere Länder mag die ähnliche Aufteilung zu unterschiedlichen Effekten und Aussagen führen und ist im Einzelfall zu prüfen.

Wie auch sehr eindrucksvoll zu erkennen, ist der Zuwachs der direkten Kosten über die Jahrzehnte der Betrachtung. Wenn die Entwicklung fortgeschrieben würde, ist das

¹⁰ Kuh06

Wachstumspotential zum einen gut erkennbar, aber auch die Konsequenz der erhöhten Aufmerksamkeit durch die stetig steigenden Kostenanteile.

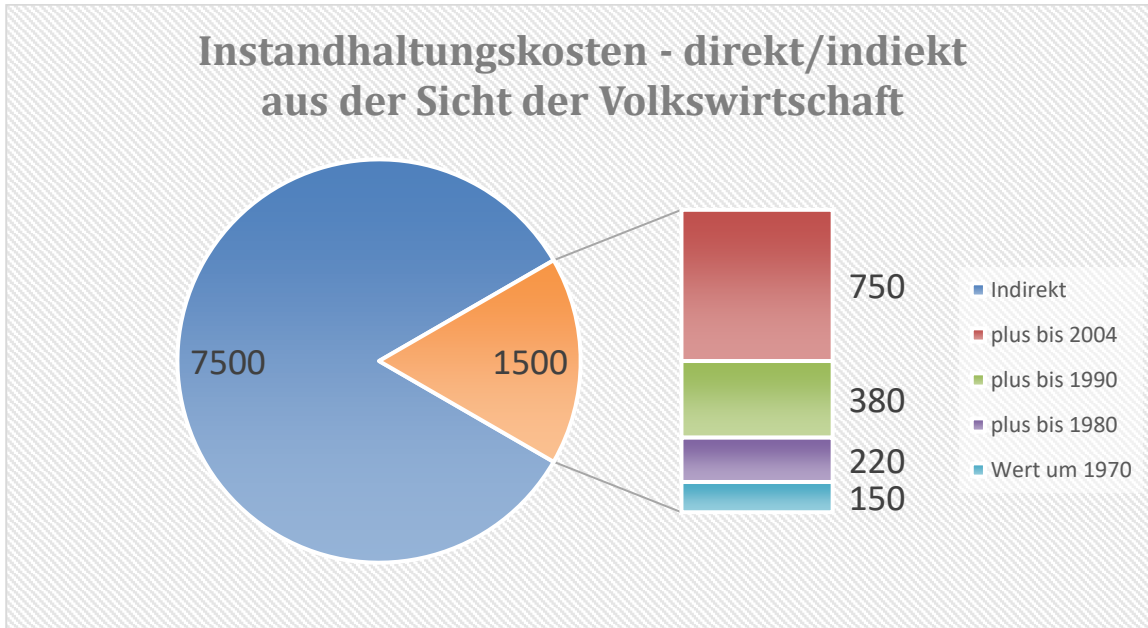


Diagramm 3, Instandhaltungskosten direkt/indirekt¹¹

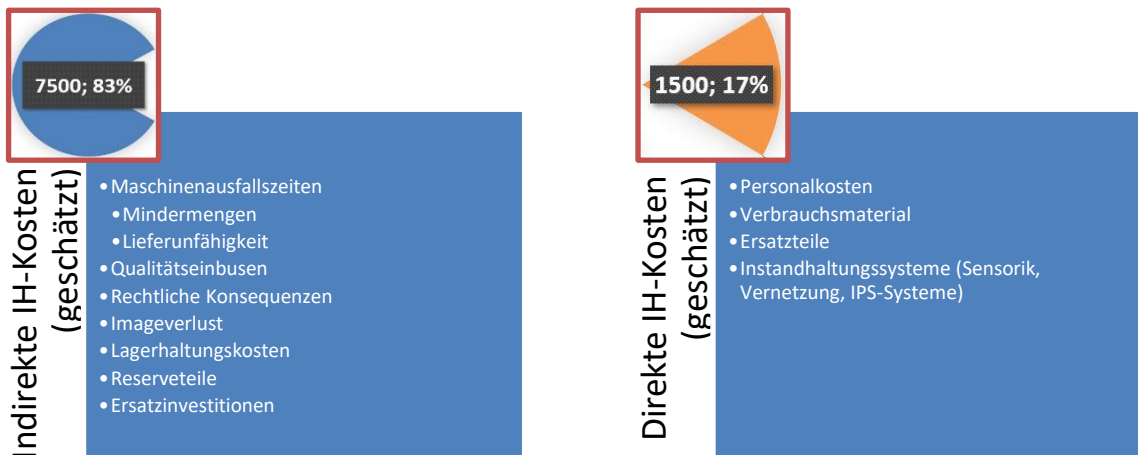


Tabelle 3, Aufzählung der IH-Kosten¹² – eigene Darstellung

Die direkten und indirekten Kosten der Instandhaltung sind von Betrieb zu Betrieb unterschiedlich hoch. Schätzungen reichen von 10 bis 40 Prozent je nach Branche und Anlagentyp. Eine Berater-Studie errechnete 2011 sogar, dass "in der Spitze mehr als 60 Prozent der Produktionskosten direkt und indirekt durch die Effizienz der

¹¹ Kuh06

¹² Kuh06

Instandhaltungsleistungen beeinflusst werden (können).¹³ Die acatech berechnete 2015 absolute Zahlen: „Indem sie die drei- bis fünfmal höheren Folgekosten einer Störung vermeidet, erwirtschaftet die Instandhaltung umgerechnet Anlagenverfügbarkeiten und Produktivitätswerte für die deutsche Industrie mit einem Gegenwert von rund einer Billion Euro jährlich.“¹⁴

Hier setzt nun die eigentliche Problemstellung dieser Abhandlung an. Es gilt Angelpunkte zu finden, um aus der vorliegenden Situation ein nachhaltiges Geschäftsmodell zu entwickeln und zur Umsetzung zu bringen.

Als Errichter von Anlagen ist man gewöhnlich die erste Anlaufstelle für Wartungsempfehlungen und Service. Dies beginnt bereits vor dem Vertragsabschluss, in dem der vermeintliche Kunde die Wartungs- und Servicekosten als Bewertungskriterium für die Angebotsevaluierung heranzieht. Danach sind sämtliche Informationen für Ersatz- und Verschleißteile im Zuge der ersten Engineering-Phasen zu detaillieren und bei Übergabe der Anlage bereitzustellen. Allerdings, wenn ein Anlagenbetreiber bereits mehrjährige Erfahrung mit dem Betrieb hat, ist das entsprechende Fachwissen über diverse Komponenten entsprechend gereift. Hier ist nur mehr die Unterstützung bei größeren Einsätzen gewollt oder wenn spezielle Probleme auftreten, die das Personal des Kunden nicht mehr abdecken kann.

Daraus erwächst, bei entsprechender Sorgfalt ein symbiotisches Verhältnis mit dem Anlagenbetreiber. Allerdings nur unter der Voraussetzung, dass der Betreiber noch keine historisch gewachsenen etablierten Servicepartner hat oder aufgrund der Größe über Einrichtungen verfügt, die eine Unterstützung des Errichters erlauben. Alternativ kann bei disruptiver Gestaltung auch hier ein Geschäftsmodell ermöglicht werden.

Bei wirtschaftlicher Betrachtung sind die Lebenszeitkosten, die ein Teil der Lebenszykluskosten sind, nach der Übernahme einer Anlage oder Gewerkes für das Servicegeschäft von Interesse. Im nachfolgenden Diagramm ist ein prinzipieller Verlauf des Kostenanfalles eines Projektes dargestellt. Die Errichtungskosten sind der größte Investitionsaufwand, aber zeitlich auf die Bauzeit begrenzt. Die Produktionszeit ist die längste Periode in einer Anlagenlebenszeit, in der die laufenden Ausgaben für die Erhaltung der Designkriterien ein Vielfaches der Investitionskosten erreichen können. Wenn also die Zahl der Anlagen, die im Servicegeschäft betreut werden, steigt, wird dieser Geschäftsbereich zu einer tragenden Säule. Die erzielbaren Erträge über die Laufzeit können unverhältnismäßig höher sein als jene der Errichtungsphase, da der Wettbewerb womöglich über das Knowhow ausgeklammert werden kann.

¹³ oV15

¹⁴ oV15



Diagramm 4, Lebenszykluskosten von Anlagen¹⁵

Durch den Gewinn an Erkenntnissen kann es à la longue die Qualität von neuen Anlagen positiv beeinflussen. Ein positiver Effekt soll ein nachhaltigeres Geschäft sein und zudem die Kundenbindung erhöhen. Ziel wäre eine planbarere Projektlandschaft zu formen mit stetigen Erweiterungsaufträgen der kultivierten Kunden.

1.3 Zielsetzung und Themenfelder

Vor dem vorhin umrissenen Hintergrund ist es nun die Aufgabe einen Servicebereich aufzubauen. Nachdem diese Aufgabe ein Pilotprojekt für den Bereich ist, in dem ich tätig bin, ist nicht nur die Evaluierung der Angriffspunkte, wo ein wirtschaftlicher Mehrwert ansetzen könnte herauszuarbeiten, sondern auch das Bewusstsein der Kollegen entsprechend nachzuschärfen wie hier ein Mehrwert generiert werden kann. Da es eine breite Akzeptanz hierfür braucht, sollten möglichst viele Ansatzpunkte aufbereitet werden. Getrieben aus dem aktuellen Wandel zu „Industrie 4.0“ sollen bereits vorhandene wie auch zukünftige Serviceangebote berücksichtigt werden.

Um einen Geschäftsbereich wie Service in seiner Ausprägung zu gestalten, ist es unerlässlich den vorliegenden Status zu kennen. Entsprechend verfolgt die Untersuchung insbesondere folgende zwei Zielsetzungen:

¹⁵ Neu12

- A. Welche Ausprägung hat derzeit die Instandhaltung in Großanlagen und worin sind aktuell die größten Potentiale?
- B. Wie kann eine wirtschaftliche Gestaltung aussehen und wäre ein Wechsel zum „Assetmanagement für Betreiber“ unter Bedachtnahme der Digitalisierung vorteilhafter?

Die Erkenntnisse aus den Themenlagen sollen im praktischen Teil der wissenschaftlichen Arbeit Grundlage für den Business-Plan sein.

1.4 Vorgehensweise

Der Aufbau der Untersuchung wird im Wesentlichen von den formulierten Zielen, den angepeilten Schwerpunkten und den theoretischen Positionen geprägt.

Im nachfolgenden zweiten Kapitel werden die theoretischen Grundlagen der Instandhaltung (IH) und Wartung aufgearbeitet. Beginnend mit den Definitionen bzw. der Bestimmung der Begriffe Management, Asset und Instandhaltung wird die Evolution der IH skizziert.

Die Veränderungen über die Geschichte haben so manchen Blick auf IH-getriebene Veränderungen, aber mehrheitlich Innovationen, verstellt. Es ging auch die Wahrnehmung der IH als Vorteil gegenüber einem Mitbewerber verloren. Auch dass die besten Köpfe, früher die erfahrensten Mitarbeiter, in dem Bereich anzusiedeln sind. Die Standards, die durch die IH getrieben wurden, werden heute wieder langsam auf dem Altar des ewigen Wachstums, dem Ausbau von Wertschöpfungsketten, geopfert.

Anhand eines Musterbeispiels werden die Konstanten der IH über die Zeit, die Strategien, erläutert und bereits um den Teil der IIoT erweitert. Diese Strategien sind immer noch gültig und haben in verschiedener Ausprägung alle ihre Berechtigungen.

Aber die Strategien werden ständig an die sich verändernde Ziele angepasst, mit der Konsequenz, dass die IH zur Querschnittsfunktion einer Unternehmung oder einer Anlage wird. Damit sitzt sie an den Hebeln der Macht zur ständigen Verbesserung, Optimierung, Vermeidung von Verschwendung, einschleifen von Kreisprozessen zur Einsatz- und Reststoffoptimierung und somit zur Total-Überwachung der Anlage.

Sie wandelt sich somit zum Treiber des OEE bzw. Assetmanagement und wird wieder als strategischer Wettbewerbsvorteil erkannt! Mit der Laufzeitverlängerung und dem vollziehenden demographischen Wandel in den Betrieben, wird der Wissensanteil der Instandhaltung immer wichtiger und muss in eine Verwaltungsstruktur, dem Wissensmanagement, übergeleitet werden. Das IIoT knüpft mit der Datensammlung hier nahtlos an und verbessert mit Big Data die Prognosequalität, glaubt man.

Diese visionäre Betrachtungsweise erfordert einen holistischen Betrachtungsansatz, um eine Kostenbeeinflussung noch zu ermöglichen. D.h. dass die Wartung und Servierbarkeit einer Anlage nur zur Planungsphase und der Errichtung gestaltet werden kann. Danach ist der Weg, den die IH beschreiten muss, definiert und die Lebenslaufkosten vorgezeichnet.

Kapitel 4 liefert einen rudimentären Ausblick auf die Zielgruppe, da sich die Vielgestaltigkeit kaum in allen Umfängen beschreiben lässt, die derzeit vorherrschende Praxis sind. Der Struktur der Sparte geschuldet sind die konservativen Strukturen erst am Aufbrechen. Die steigende Komplexität der kapitalintensiven Industriebetriebe lässt die Instandhaltungskosten zu einem wachsenden, wenn nicht den Größten, Kostenfaktor werden, womit mit der Digitalisierung auch die Chance der Kostenplanbarkeit für Altanlagen immer attraktiver und wichtiger wird. Aber auch die demographische Personalstruktur, wo sich aktuell das Wissen in Personen manifestiert, wächst zu einer Problemstelle aus. Das Wissen der weichenden Generation muss mit der technologischen Kompetenz der kommenden verwoben werden, womit ein erheblicher Impuls für die Digitalisierung gesetzt wird.

Im fünften Kapitel (praktischer Teil 1) wird der Businessplan aufgebaut. Um das Portfolio für den Businessplan besser abgrenzen zu können ist es wichtig einige grundlegende Überlegungen anzustellen. Dabei wird versucht die eigene Struktur in Relation zur Betreiberstruktur der Kunden zu setzen, um damit ein Entscheidungskriterium zu gewinnen, wo potenzielle Anknüpfungspunkte vorhanden sind. Es werden technische, organisatorische und technologische Aspekte beleuchtet. Unter Einbeziehung der Kostenstruktur kann dann eine Einordnung gegenüber dem Kunden und eine strategische Ausrichtung festgelegt werden.

Im sechsten Kapitel (praktischer Teil 2) ist die als Web-App aufgebaute Kundenkommunikationsplattform beschrieben.

Das letzte Kapitel schließt die Arbeit mit dem Executive Summary und einem Ausblick, der entgegen der Manier eines Businessplanes am Ende statt zu Beginn, zu finden ist. Nachdem hier nicht um finanzielle Mittel gerungen werden muss, wird in der Struktur einer wissenschaftlichen Arbeit entsprochen.

1.5 Aufbau der Forschungsarbeit

Teil1: Einleitung, Zielsetzung und Themenfelder		
	Teil 2: theoretische Grundlagen, Produktbeschreibung, IIoT	Definitionen und Begriffsbestimmungen, <i>Assetmanagement und Instandhaltung</i>
	Teil 3: Entscheidungskriterien – Outsourcing – Parameter als Marktanalyse	<i>Finanzielle Betrachtung LCC</i> Kundennutzen Kostenstruktur Strategische Ausrichtung
	Teil 4: Status der Zielobjekte	Digitalisierung Demographie
Teil 5:	Praktischer Teil "Businessplan" wo Zusammenfassungen der Teile 2 und 3 einfließen	Allgemeines Aufbau nach eingeschränkter Standardstruktur – Aufbau einer Abteilung anhand eines Musterbeispiels
Teil 6:	Praktischer Teil "Marketing des Businessplans – Web-Auftritt" als technischer Anteil	Allgemeines Aufbau der Web-App
Teil 7: Executive Summary – Einleitung des Businessplans als Abschluss		

2 Theorie zu Instandhaltung und Assets

Die im Anschluss ausgeführten Definitionen, Begriffshistorie und Entwicklungen bilden die Grundlage für den Businessplan. Hierbei sollen der Status und die Grundlagen für das Assetmanagement und die Instandhaltung beschrieben werden, um im praktischen Teil die Überlegungen für die Entwicklung des Businessplans nachvollziehbar zu machen.

2.1 Begriffsdefinitionen

2.1.1 Begriffsdefinition „Management“

Etymologische Deutungen des englischen Verbes „to manage“ sind kontrovers und reflektieren das Gesellschaftsbild des jeweiligen Autors. Während die Annahme, „to manage“ sei auf das lateinische „manu agere“ („Mit der Hand arbeiten“) zurückzuführen, wenig plausibel erscheint, gewinnt Bravermanns Interpretation, „managere“ bedeute „ein Pferd in allen Gangarten zu üben“ schon eher an Plausibilität.¹⁶

In dieser Arbeit wird der Begriff „Management“ als Koordination der vielschichtigen Aufgaben bei der Verwaltung und Betriebserhaltung der physischen Assets verstanden.

2.1.2 Begriffsdefinition „Asset“

Der Begriff „Asset“ kommt aus dem englischen Sprachraum und bedeutet übersetzt „Vermögenswert“.

Ein Vermögenswert ist eine wirtschaftliche Ressource. Alles, ob materiell oder immateriell, welcher über die Eigenschaft verfügt, im Besitz oder kontrolliert zu sein, um Wert zu schaffen, und das genutzt wird, um einen positiven ökonomischen Ertrag zu haben, gilt als Vermögenswert.¹⁷

Einfach ausgedrückt, Vermögenswerte repräsentieren in der Finanzbuchhaltung den Wert des Eigentums, der in Bargeld umgewandelt werden kann. Die Bilanz eines

¹⁶ Zit. nach All97, p. 63

¹⁷ Vgl. oV00, Wik21

Unternehmens erfasst den monetären Wert der Vermögenswerte des Unternehmens. Es ist Geld und andere Wertsachen, die zu einer Einzelperson oder einem Geschäft gehören.

Zwei wesentliche Assetklassen sind materielle Werte (Sachanlagen) und immaterielle Vermögenswerte. Sachanlagen setzen sich aus verschiedenen Unterklassen zusammen, einschließlich des Umlaufvermögens und des Anlagevermögens. Die kurzfristigen Vermögenswerte beinhalten das Inventar, während das Anlagevermögen Anlagen, wie Gebäude und (Betriebs-) Anlagen, umfasst. Immaterielle Vermögenswerte sind nicht-physikalische Ressourcen und Rechte (Verfügungsrechte), die einen Wert für die Firma haben, weil sie der Firma einen Vorteil auf dem Markt geben oder zu einem verhelfen. Beispiele für immaterielle Vermögenswerte sind Goodwill (ideeller Firmenwert), Urheberrechte, Marken, Patente und Computerprogramme als auch finanzielle Vermögenswerte, einschließlich Forderungen, Anleihen und Aktien.¹⁸

In dieser Arbeit beschreibt das „Asset“ die Betriebsmittel, eingesetzt in einer Unternehmung, die über den Zeitraum der betrieblichen Wertschöpfung wiederkehrende Maßnahmen zur Sicherung der Verfügbarkeit bedürfen.

2.1.3 Begriffsdefinition „Instandhaltung“

Gemäß dem Wörterbuch DUDEN sind für den Begriff Instandhaltung die Synonyme „Erhaltung, Pflege, Sicherung, Unterhaltung und Wartung“ angeführt. Damit wird bereits die Grundüberlegung des Wortes, nämlich die Pflege von Anlagen, dargestellt. Instandhaltung in diesem Sinne wurde nicht aufgezeichnet, sondern gelebt, da auch der Haushalt oder die Tiere in der Haltung ständig Pflege brauchen.

Nach DIN EN 13306 und DIN 31051 ist Instandhaltung die Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen, einschließlich der Maßnahmen des Managements während des Lebenszyklus eines Objekts, die dem Erhalt oder der Wiederherstellung ihres funktionsfähigen Zustands dient, damit es die geforderte Funktion erfüllen kann.¹⁹

Der Begriff der Instandhaltung wird in nationalen und internationalen Normen und Regelwerken bis dato unterschiedlich definiert. Aus diesem Grund hat das Europäische Komitee für Normung (CEN) die Notwendigkeit einer Vereinheitlichung der Definition der Grundbegriffe für alle Arten der Instandhaltung und des Instandhaltungsmanagements – unabhängig von der Art des betrachteten Objekts – erkannt, mit dem Ziel eine umfassend strukturierte Norm zu verfassen, die in Form eines Instandhaltungswörterbuchs die Hauptbegriffe, einschließlich ihrer Definitionen enthält. Um Doppel- und Mehrfachnormungen zu vermeiden, soll es für die Begriffsbestimmung nur noch die EN 13306 geben. Die

¹⁸ Vgl. oV00, Wik21

¹⁹ Nor12

Instandhaltung ausschließlich von Software ist von dieser Norm ausgenommen. Die DIN 31051 wurde im Jahr 2019 zuletzt fortgeschrieben und soll bei der nächsten Überprüfung zurückgezogen werden, um durch die DIN EN 13306 als nationale Norm ersetzt zu werden.²⁰

Während ältere technische Normen und Regelwerke unter Instandhaltung vornehmlich technische Maßnahmen beschreiben, um die Funktionssicherheit eines Objekts dauerhaft zu erhalten, hat sich der Anspruch an die Instandhaltung dahingehend verändert, dass sich Instandhaltung eben nicht nur auf technische Maßnahmen allein beschränkt, sondern auch administrative Maßnahmen wie, Planung, Handhabung von Dokumentationen, Analyse, Rückmeldung u. v. m. beinhaltet.²¹ Instandhaltung ist nicht mehr allein – je nach verwendeter Norm – eine bestimmte Abfolge von Maßnahmen, sondern bildet den Prozess eines - auf die jeweilige Situation maßgeschneiderten - Instandhaltungsmanagements ab.

Die europäische Norm EN 13306 legt die Grundbegriffe für die technischen und administrativen Bereiche sowie für das Instandhaltungsmanagement fest. Die DIN 31051 und die DIN EN 13306 unterscheiden sich sowohl in der Struktur als auch in der Verwendung von Begriffen derzeit noch. Während die DIN EN 13306 nach Instandhaltungsarten und Instandhaltungstätigkeiten strukturiert, gliedert die DIN 31051 die Instandhaltung in Grundmaßnahmen, was aber nicht im Widerspruch zu den Anforderungen in der DIN EN 13306 steht. Ferner wird in der DIN 31051 der Begriff des Abnutzungsvorrates definiert, der bisher noch in der Terminologie der DIN EN 13306 fehlt. Nach Implementierung der Inhalte der DIN 31051 in die DIN EN 13306 wird die DIN 31051 zurückgezogen.²²

Die DIN-Norm DIN 31051 strukturiert die Instandhaltung in die vier Grundmaßnahmen

1. Wartung – Maßnahmen zur Wahrung des Soll-Zustandes
2. Inspektion – Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes
3. Instandsetzung – Maßnahmen zur Wiederherstellung des Soll-Zustandes
4. Verbesserung – Maßnahmen zur Verbesserung des Soll- oder Ist-Zustandes

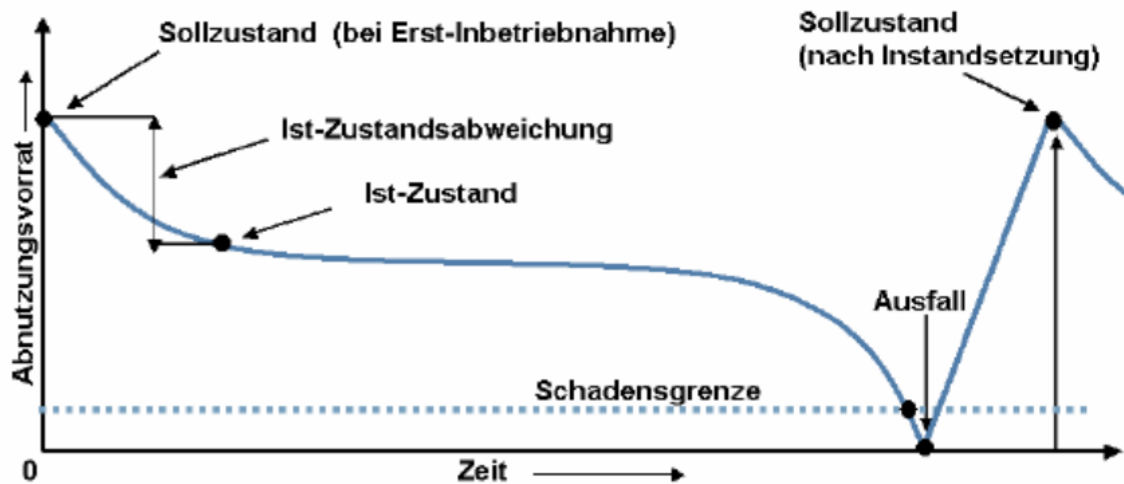
²⁰Nor19

²¹ Nor18

²² Nor19

Verlauf der Abbaukurve (DIN 31051)

Der **Abnutzungsvorrat** ist der Vorrat der möglichen Funktionserfüllungen unter festgelegten Bedingungen, der einer Betrachtungseinheit aufgrund der Herstellung, Instandsetzung oder Verbesserung innewohnt. [DIN 31051 – Stand Juni 2003]



Die DIN EN 13306 unterteilt die Instandhaltung in die zwei Kategorien²³

1. Vorbeugende Instandhaltung
2. Korrektive Instandhaltung

Das Instandhaltungsmanagement, nach DIN EN 13306, umfasst alle Tätigkeiten des Managements, die die Anforderungen, Ziele, die Strategien und die Verantwortlichkeiten sowie die Durchführung der Instandhaltung bestimmen und sie durch Maßnahmen wie Instandhaltungsplanung, -steuerung und die Verbesserung der Instandhaltungstätigkeiten und deren Wirtschaftlichkeit verwirklichen.²⁴ Instandhaltungsmanagement ist das Management der Instandhaltungsprozesse und bezieht sich nicht nur auf die technischen Abläufe der vier Grundmaßnahmen Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung (Schwachstellenbeseitigung), sondern auch auf die administrativen Tätigkeiten, zu denen die Auftragsplanung, Abwicklung, Durchführung, Auswertung, Beurteilung und Rückmeldung zählt. Instandhaltungsmanagement zielt auf einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess, einschließlich der Rückverfolgbarkeit der einzelnen Prozessschritte. Das Instandhaltungsmanagement vollzieht sich auf strategischer und operativer Ebene. Während das strategische Instandhaltungsmanagement u. a. die Umsetzung von Zielen der Instandhaltung, die Festlegung auf eine Instandhaltungsstrategie betrachtet, umfasst das

²³ Nor18

²⁴ Nor18

operative Instandhaltungsmanagement die tatsächliche Steuerung und Durchführung der Instandhaltung, einschließlich ihrer kontinuierlichen Begleitung.

Der Begriff wird heutzutage aber wesentlich weiter gefasst und verstanden als in der Norm. Vielmehr werden wirtschaftliche Interessen daran geknüpft wie:

- ☞ Erhöhung der Lebensdauer und optimale Nutzung von Anlagen und Maschinen
- ☞ Verbesserung der Betriebssicherheit
- ☞ Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit
- ☞ Optimierung von Betriebsabläufen
- ☞ Reduzierung von Störungen
- ☞ Vorausschauende Planung von Kosten
- ☞ Verbesserung der Arbeitssicherheit
- ☞ Erhaltung der Rechtskonformität
- ☞ Einhaltung allfälliger Umweltauflagen
- ☞ Veränderung zu nachhaltigen Systemen (Brennstoffänderung, einweben von Ökoenergieanteilen, ...)

2.2 Entwicklungsgeschichte

In diesem Kapitel soll die zeitgeschichtliche Historie der Instandhaltung ein wenig beleuchtet werden. Vorweggenommen sei erwähnt, dass der Antrieb der Instandhaltung aus dem Militär entstanden ist. Einst war die Instandhaltung als sinnvolle Maßnahme erkannt worden, wollte man dem Feind überlegen sein. Eine Waffe mit Ladehemmung verschafft keinen Vorteil. Heutzutage wird der Kostentreiber Instandhaltung, als Bestandteil des Life Cycle Managements für eine Anlage manchmal schon als Wettbewerbsfaktor gesehen.²⁵

2.2.1 Historische Entwicklung, die Anfänge ...

Instandhaltung, Wartung, Instandsetzung begleitet den Menschen seit er zu Jagen und Kämpfen erlernte.²⁶

Erste dokumentierte Nachweise hierfür gehen auf das Römische Reich 46 v Chr. zurück. Davor wurden die persönlichen Dinge und Gebrauchsgegenstände wahrscheinlich auch gepflegt, aber leider nicht aufgeschrieben.

Die riesige Ausdehnung des Reiches stellte an das Staatswesen erhebliche Anforderungen, denen sich die Römer gewachsen zeigten. Mit ihrer hochentwickelten militärischen

²⁵ Bru19

²⁶ Hol11 Technisches Museum London und Paris, Museum Kairo

Technologie bauten sie Kriegsmaschinen wie große Pfeilschleudern (die im 3. Jahrhundert v. Chr. von den Chinesen erfunden worden waren) oder Rammböcke, die assyrischen Vorbildern aus dem 9. Jahrhundert v. Chr. nachempfunden waren. Die Römer, Meister in der Verwaltung und in den angewandten Technologien ihrer unterschiedlichsten Kriegswaffen, kannten aber keine Wartung und Pflege.

Schon sehr früh erkannte ein Römer, Gaius Octavius (63 v. Chr.-14 v. Chr., Ehrenname Augustus), der den griechischen Wissenschaften und der Technik nicht abgeneigt war, dass sich die Einsatzbereitschaft einer römischen Legion und ihrer Kriegswaffen nach Gewaltmärschen oder längeren Seefahrten deutlich erhöhen ließe. Dies konnte erreicht werden, wenn die Kriegswaffen wie Schwerter, Lanzen, Streitwagen und Balliste (eine Wurfmaschine Reichweite 500 m mit Gewichten von 150 kg) vor dem Kampf von qualifizierten Fachkräften (Sklaven) gewartet, inspiziert und gegebenenfalls instandgesetzt wurden (ein scharfes Schwert schlägt einen Kopf schneller ab als ein stumpfes). Es wurde ein Wartungsplan mit Hilfe der griechischen Wissenschaftler entwickelt, woran sich alle zu halten hatten. Der Erfolg gab ihm in der Schlacht von Actium 31 v. Chr. Recht. Dort brachte er der Flotte seines Gegners Mark Anton eine vernichtende Niederlage bei.²⁷

Ein weiterer Perfektionist im Entwerfen von Instandhaltungs- und Wartungsplänen war der Admiral der britischen Marine Lord Nelson. Er führte in der britischen Flotte Inspektionsintervalle ein, nach denen gewisse kriegstechnische Geräte und Materialien in regelmäßigen Abständen kontrolliert, inspiziert und gegebenenfalls ausgetauscht wurden. Allzu oft versagten die Waffen im Kampf wegen Korrosion, fehlender Schmierung und ähnlichen Wartungsmängeln. Nach Einführung der Inspektionsintervalle für bestimmte Waffensysteme und Ausrüstungsgegenstände sank die Ausfallrate seiner Flotte drastisch.²⁸

In der Dampfschiffahrt kam es anfänglich zu verheerenden Unfällen. In der Regel wurden die Anlagen montiert und den Betreibern übergeben, ohne nennenswerte Instandhaltungs- und Wartungsvorschriften. Mit der fortschreitenden Industrialisierung und der Einführung der Dampfschiffahrt machte sich der Unterschied zwischen den zivilen und den militärischen Anlagen drastisch bemerkbar. Denn die militärischen Anlagen waren aufgrund der (noch sehr einfachen) Wartungsvorschriften sicherer, als die zivilen Anlagen.²⁹

²⁷ Hol11, Chronik der Menschheitsgeschichte

²⁸ Hol11, Chronik der Menschheitsgeschichte

²⁹ Hol11, Chronik der Menschheitsgeschichte

Erst der amerikanische Bürgerkrieg brachte aber auch in der Dampfschiffahrt die endgültige Wende zur Sicherheit in dem Betrieb einer Schiffsdampfanlage, nämlich, die moderne Wartungs- und Instandhaltungsmethode.³⁰

In der privaten Industrie erkannte man erst nach weiteren katastrophalen Unfällen und finanziellem Ruin der Betreiberfirmen, dass man das Prinzip der Instandhaltung in den Grundzügen von den Militärs übernehmen müsste, um eine größere Sicherheit und Einsatzbereitschaft der Anlagen zu erreichen. Eine größere Einsatzbereitschaft bedeutet auch höhere Gewinne, das Ziel eines jeden Kaufmannes.

Instandhaltung, -setzung und Wartung ist eine Pionierleistung des Militärs, um höhere Waffenverfügbarkeit zu erreichen, um einen Vorteil gegenüber dem Gegner zu haben womit der Zweck heute der gleiche ist, aber mit anderen Mitteln.

2.2.2 Entwicklungen mit Beginn der industriellen Revolution

Mit Beginn der Industrialisierung begann die Notwendigkeit, um die Maschinen in Betrieb zu halten, entsprechende Maßnahmen zu setzen. Als begonnen wurde mit Wasserkraft und Dampfmaschinen die mechanischen Produktionsanlagen zu betreiben, rückte die Instandhaltung in die Aufmerksamkeit.

Diese erste Generation war vorwiegend der Pflege und Wartung gewidmet, da die Maschinen einfach, robust und leicht zu reparieren waren. Bis hin zum 2. Weltkrieg war der Mechanisierungsgrad gering und Ausfallszeiten waren kein wirkliches Problem. Nur in der Massenfertigung bzw. Fließbandarbeit der Autoproduktion begann das Umdenken.^{31 32} Die Kenntnis bestimmter Fähigkeiten, aber auch die Kenntnis um bestimmte Fähigkeiten war ungleich geringer als heute.

Mit dem Beginn des 2. Weltkriegs begann wachsender Bedarf an allen Dingen des Lebens aber auch die Versorgung der Streitkräfte war gefordert vor dem Hintergrund der nicht verfügbaren Arbeitskräfte. Darin begründet sich die zweite Generation der Instandhaltungsoffensive. Die vormaligen Arbeitskräfte der Fabriken lagen auf den Schlachtfeldern und die Not an Gütern aller Art zwang zu einer steigenden Mechanisierung. Diese produzierenden Maschinen waren gefordert, möglichst ohne Ausfall zu produzieren und in den 1950iger Jahren begann mit dem zunehmenden Einsatz von numerischer Steuerung nicht nur die Komplexität zu steigen, sondern auch die Abhängigkeit gegenüber diesen Einrichtungen. Es brauchte weniger Personal aber im Gegenzug begann eine

³⁰ Hol11, Illues – Handbuch der Schiffsbetriebstechnik

³¹ Mou97

³² Rei18

schleichend wachsende Abhängigkeit von den neuen Errungenschaften. Die im Aufbau befindlichen Systeme, wie z.B. das Stromnetz, erforderten ausfallsichere Versorgung. Mit den gewonnenen Möglichkeiten, und den akzeptierten Abhängigkeiten, zogen die ungeplanten Ausfälle die Aufmerksamkeit auf sich. Mit der Überlegung Ausfälle proaktiv zu vermeiden, womit das Zeitalter der „präventiven Instandhaltung“ angebrochen war. In den 1960er Jahren hat es mit Inspektionen und Maßnahmen zu fixen Zeiten begonnen. Damit begannen auch die Kosten überproportional zu den restlichen Betriebskosten zu wachsen. Als Antwort darauf wurden die Anlagen unter der Diktion der geplanten Obsoleszenz günstiger, die der versorgenden Güterindustrie ein nachhaltigeres Geschäft sichern sollten.

Als weitere Maßnahme den Anstieg der Wartungskosten zu dämpfen, begannen sich Systeme zur Kontrolle und Planung der Wartung zu etablieren. Mit zunehmender Auswertung der gesammelten Daten konnten große Erfolge erreicht werden und diese Systeme sind heute noch Teil einer nachhaltigen Anlagen-Bewirtschaftung.

Nachdem die Anlagen gut gepflegt wurden und nur bestimmte Teile periodische Wartungen brauchten, begann man über die Verlängerung der Einsatzzeiten der einmal erworbenen Assets nachzudenken.

2.2.3 Qualifikationsdifferenzierung bei Mitarbeitern

Durch die Einführung der Arbeitsteilung bei Fließbandarbeiten, wie sie z. B. Frederik Winslow Taylor in amerikanischen Fertigungen einführte, begann sich auch eine Aufgabenteilung zwischen Produktions- und Instandhaltungsmitarbeitern herauszubilden³³, die später wieder eine Rücknahme erfahren wird (TPM). Während zur Produktion zunehmend nur angelegene Kräfte für definierte Prozesse eingesetzt wurden, erforderte die Instandhaltung der Produktionsanlagen Mitarbeiter mit speziell dafür ausgerichteter mechanischer bzw. elektrotechnischer Fachausbildung.

2.2.4 Standards – das Abfallprodukt der Instandhaltung

Nicht nur - aber auch - mit der zunehmenden Bedeutung der Wehrtechnik in den kriegerischen Auseinandersetzungen des 20. Jahrhunderts nahm auch die Bedeutung von Standardisierung in der Technik und in der Instandhaltung zu. Während z. B. im 1. Weltkrieg die Notwendigkeit der Austauschbarkeit von Maschinenölen evident wurde und damit entsprechende Standards definiert werden mussten, begannen die militärisch Verantwortlichen zu erkennen, dass auch die Instandsetzung des Gerätes im Feld mit Anleitungen unterstützt werden musste, um die Einsatzfähigkeit in der Operation sicherzustellen.³⁴ Damit

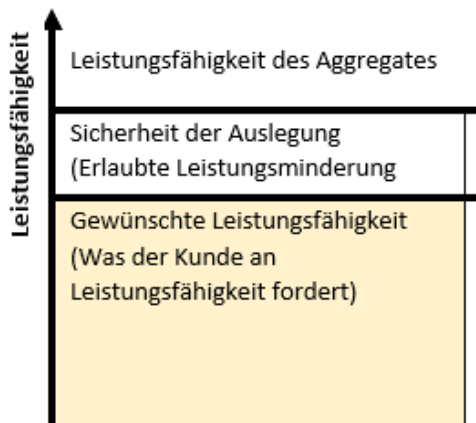
³³ Rei18

³⁴ Rei18

wurde die Dokumentation und Betriebsanleitung der Anlagen und die daraus abgeleiteten ersten umfangreichen Instandhaltungsanleitungen erarbeitet, die auch Wartungs- und Inspektionspläne (W&I-Pläne) enthielten. Erfahrungsbasiert, aus den Aufzeichnungen abgeleitet, wurden dazu auch W&I-Intervalle mit festen Zeiten oder vorgegebenen Betriebszeiten festgelegt. Viele der in dieser Zeit von den Amerikanern erarbeiteten United States Military Standards (MIL-Standards) gelten noch heute.³⁵

2.2.5 Wie ist Instandhaltung heute zu verstehen?

Ziel der Instandhaltung ist es sicherzustellen, dass die Anlage beständig das tut, was der Eigentümer möchte, das sie tut. Weitergedacht hieße das - würden alle Anlagen die minimale Leistungsfähigkeit ihrer Eigentümer dauerhaft erreichen, also keinen Verschleiß besitzen, wäre die Aufgabe abgeschlossen.



In Realität ist es nicht so einfach, da die Gesetze der Physik nicht auslassen und damit alle Assets einen Verschleiß oder zumindest einen Alterungsprozess erfahren.³⁶

Ziel ist es mit allen verfügbaren Mitteln jede Form der Werterhaltung oder -steigerung, der Gesetzeskonformität, der maximalen Reisezeit und beste Planungsqualität für Stillstände sicherzustellen.

Abbildung 3, Leistungsfähigkeit des Aggregates

³⁵ Rei18

³⁶ Mou97

2.2.6 Instandhaltung evolviert zu Assetmanagement

In Hochlohnländern wird die Wirtschaftlichkeit von Arbeitsplätzen des produzierenden Gewerbes überwiegend von Maschinen und Anlagen mit hohem Automatisierungsgrad geprägt. Das dabei geforderte Produktivitäts- und Qualitätsniveau lässt sich in einer immer komplexer werdenden technischen Welt nur noch mit angepassten Instandhaltungsstrategien beherrschen, die sich im Spannungsbogen von reaktiven bis präventiven Maßnahmen bewegen. Dabei kristallisiert sich zunehmend das Erfordernis einer zustandsorientierten Instandhaltung heraus, deren Methoden vorausschauende Prognosen und Eingriffe ermöglichen sollten und damit Zufallsentwicklungen kalkulierbar erscheinen lassen.³⁷

In der Vergangenheit hat sich gezeigt, dass die bloße Anwendung einzelner Methoden und Werkzeuge in einzelnen Unternehmensprozessen nicht zu einer Gesamtoptimierung des Systems beiträgt. Gleichmaßen ist zu erkennen, dass das Kopieren und Anwenden unangepasster Methodenzusammenstellungen nicht zum gewünschten Erfolg im eigenen Unternehmen führen. Um aber eine nachhaltige Verbesserung und Erhöhung der eigenen Wettbewerbsfähigkeit sicherzustellen, ist eine systematische Einführung unternehmensspezifisch ausgewählter und aufeinander abgestimmter Methoden notwendig. Getreu dem Motto „Kopieren statt Kopieren“³⁸ ist es nicht das Abbilden von Erfolgsmodellen, das die gewünschte Wirkung verspricht, sondern das Begreifen der Zielsetzung hinter den angewandten Methoden. Bereits Deming warnt nachdrücklich vor einer unbesonnenen Übernahme unternehmensfremder Best Practice, wie es in den Anfängen der Implementierung von GPS gehandhabt wurde und auch heute oftmals zu beobachten ist. Was nicht verstanden wird, kann nicht verändert werden.³⁹ Unternehmen lassen sich als komplexe sozio-technische Systeme beschreiben, in denen sich individuelle Strukturen ausbilden und in denen Beziehungen stets dynamisch sind. Demzufolge können Methodenstandards nur dann übernommen werden, wenn die eigenen Prozesse und das fremde System vollständig verstanden werden und sie kongruent sind. Eine Verbesserung ist aber nur möglich, wenn die Methodenstandards nahtlos aufsetzen aber sich in die gewünschte Richtung entwickeln lassen. Denn beispielhaftes Verhalten allein lehrt nichts, wenn die Theorie dahinter nicht bekannt ist, nicht erkannt wird und nicht verstanden wird.⁴⁰

³⁷ vgl. Hod18, p. 135

³⁸ vgl. Dom18, 2018, p. 20

³⁹ vgl. Dom18, 2018, p. 20

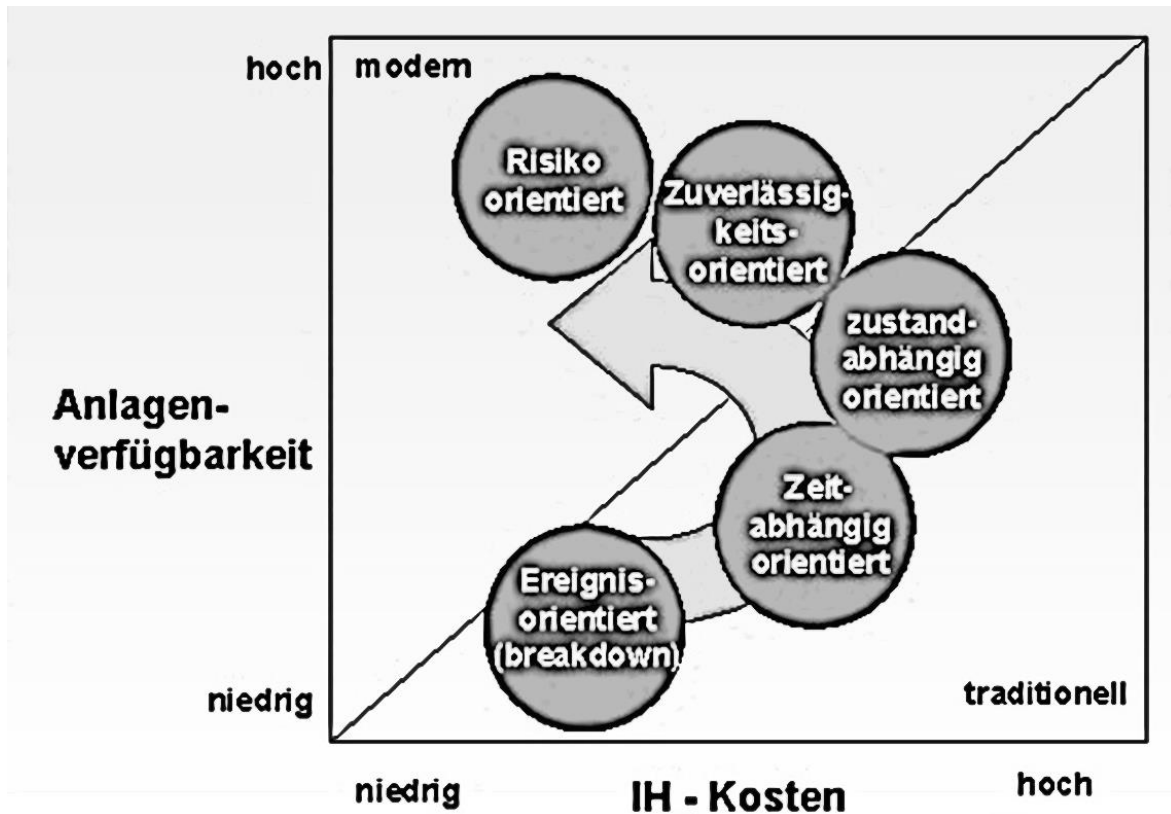
⁴⁰ vgl. Dom18, 2018, p. 20

2.3 Instandhaltung im Zeitgeist

In meiner Tätigkeit im Unternehmen war ich vor dieser Aufgabe für Projekt Management in der Projektierung, der Abwicklung bzw. Umsetzung von Rauchgasreinigungsprojekten verantwortlich. Im Speziellen für die kleineren Rauchgasreinigungen nach dem Trocken- bzw. Halbtrockenverfahren. Dabei war auch, unserem Leitfaden entsprechend, immer die Betreuung der Anlage über die Garantiezeit Teil meines Aufgabenbereiches. Insofern habe ich aus eigener Erfahrung bereits erkennen können, welchen Einfluss Organisation, Produktqualität, Auslegungsgrundlagen und Designparameter, tatsächliche Einsatzbedingungen zu Design, Qualitätssicherung, Umfeld Kontext (Witterung) gesetzliche Rahmenbedingungen, Risikoanalysen und HAZOP-Studien, örtliche Präsenz oder flexible lokale Partner auf einen Projekterfolg haben können.

Dabei hatte ich auch die unterschiedlichen Konzepte der IH-Strukturen und deren Leistungsfähigkeit erkennen und auch in Anspruch nehmen können. In allen Betrieben ist es um die Maximierung der Verfügbarkeit und Reduzierung jedweder Wartung gegangen. Dabei sind nicht nur klassische Verschleißteile betrachtet worden, sondern auch die Ersatzteile, die erforderlichen Begleiteffekte (Gerüstungen) für die Wartung, die Überwachungsintervalle durch Ziviltechniker oder interne Prüfintervalle für Sicherheitseinrichtungen Inspektionshäufigkeiten, Vermeidung von personeller Überwachungsroutine für Sicherheitsschaltungen, die Austauschqualitäten respektive der planmäßige Zeitaufwand. Auch die personelle Infrastruktur war, wenn noch Altbestände von Werkstätten beleuchtet waren, im Gelände, sonst im nahen Umfeld wo sich ausgegliederte spezialisierte Unternehmensteile als eigene Firma etablierten, die noch vorhandene persönliche Beziehungen für die Geschäftstätigkeit nutzt. Die historischen Entwicklungsstufen können, wie die Abbildung 4, IH-Kosten vs. Verfügbarkeit zeigt, im Spannungsfeld der Anlagenverfügbarkeit über die IH-Kosten aufgezeichnet werden, die den derzeitigen Stand der Entwicklungen repräsentieren, wobei risikoorientiert eine Differenzierung der Strategien nach Gefährdungspotenzial beschreibt.

Es haben alle ihre Berechtigung und werden auch nach wie vor eingesetzt, wobei versucht wird die teureren Varianten mit jenen der Digitalisierung kompensieren zu können.

Abbildung 4, IH-Kosten vs. Verfügbarkeit⁴¹

Im nachfolgenden Kapitel werden die - in diesem Diagramm dargestellten - Strategien aufgegriffen und näher, anhand eines Beispiels erläutert.

2.4 Das Musterbeispiel – als Präzedenzfall

Zur Aufarbeitung des Themas der Instandhaltung und Asset Management soll mir eine Problemsituation bei einer Anlage als Muster dienen:

Der Bereich, für den ich die Abteilung aufbaue, agiert weltweit und so haben wir eine Anlage für trockene Rauchgasreinigung in Chile am Rande der Atacamawüste für eine Energieversorgungszentrale eines Bergbaubetriebes errichtet. Die Anlage ist eine halbtrockene Rauchgasreinigung die aus einer „Reaktor–Filter–Rezirkulation–Kombination“ besteht. Zur Betrachtung der IH-Maßnahmen soll nur jener Teil des Reaktors herangezogen werden, welcher der Rauchgaskonditionierung dient.

Dieser Teil ist eine Venturi-Düse die aus mehreren einzelnen Venturi-Düsen besteht. Das Rauchgas wird hier auf eine Geschwindigkeit von ca. 55m/s hochgetrieben um den, über der darüber befindlichen Wasser-Eindüsung rezirkulierenden Staub, mit dem frischem

⁴¹ Dom18

heißem Rauchgas (~160°), welches mit Wasser konditioniert wird, zu beaufschlagen, wobei sich aber keine Knollen bzw. andere Agglomerationen ausbilden dürfen. Es wird damit das darüber befindliche zirkulierende Wirbelbett, das die Vorabscheidung bestimmter Schadstoffe einleitet, in Schwebelage gehalten.

Diese Venturi-Düsen sind in relativ kurzer Zeit schadhaft geworden und der Kunde hat auf seine vertraglich zugesicherten Leistungen des Schadenersatzes bestanden ...!

Einige Details vorweg zu den Betriebsparametern: Eintrittstemperatur ~160°C, Austrittstemperatur ~95°C, Staubbelastung ~800g/m³ (sehr hoher Anteil aus Si), (Teil)-Lastverhalten 50 bis 100%, Geschwindigkeiten in den Venturi-Düsen geplant 35-70m/s.

In den folgenden Kapiteln versuche ich die Umstände ein wenig aufzuarbeiten.

2.5 Strategien der Instandhaltung

So unterschiedlich die Zusammenstellung der Anlagen, aus statischen und bewegten Teilen und je komplexer der Aufbau, desto differenzierter wird der Instandhaltungsprozess gehandhabt. Bei allen IH-Maßnahmen sind im Vorfeld bereits sämtliche Einflussdimensionen technischer, wirtschaftlicher, organisatorischer Natur berücksichtigt. All diese Maßnahmen müssen auch unter der Prämisse der Einhaltung aller sicherheitstechnischen Vorschriften für Mensch und Anlage ausgeführt werden die, im Allgemeinen, als Arbeitsanweisungen vorliegend sind. Die Instandhaltungsprozesse lassen sich in verschiedene Gruppen clustern, die eine Aussage darüber abgeben wie Fehlerereignis und Reaktion zusammenhängen.

Aber was muss Instandhaltung wirklich leisten? Mit der Zeit versuchen wir, die Zeit für die Reaktionszeit abzuschmelzen, um die Einsatzzeit vor dem Schadenszeitpunkt einzuholen.

Somit gibt es ganz allgemein die Unterscheidung zwischen den Aktionen vor dem Schadenseintritt oder danach. Die sich damit einstellenden Handlungsfelder sind dementsprechend unterschiedlich.

Während nach dem Schadenseintritt keinen Interpretationsspielraum erlaubt und die einzige probate Maßnahme die Instandsetzung ist, ergeben sich vor dem Schadensereignis, je nach Einsatz, unterschiedliche Optionen die in Abbildung 5, IH-Strategien etwas aufgefächert sind.

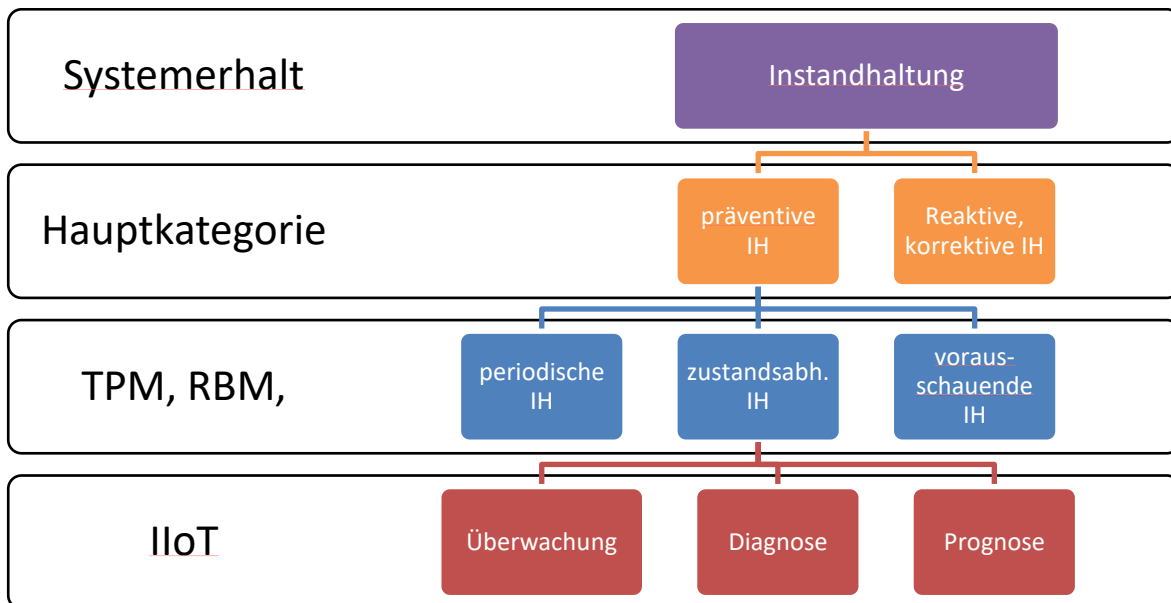


Abbildung 5, IH-Strategien⁴²

Allen Illusionen zum Trotz sei bereits an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass es die eine richtige Strategie nicht gibt. Bei investitionsintensiven Anlagen mit einem komplexen Zusammenwirken einer Vielzahl von Systemen, kann sich nur eine sehr differenzierte Ausprägung ergeben.

⁴² Eigene Darstellung

Die P-F -Kurve soll hierfür als Grundlage der Beschreibung herangezogen werden.

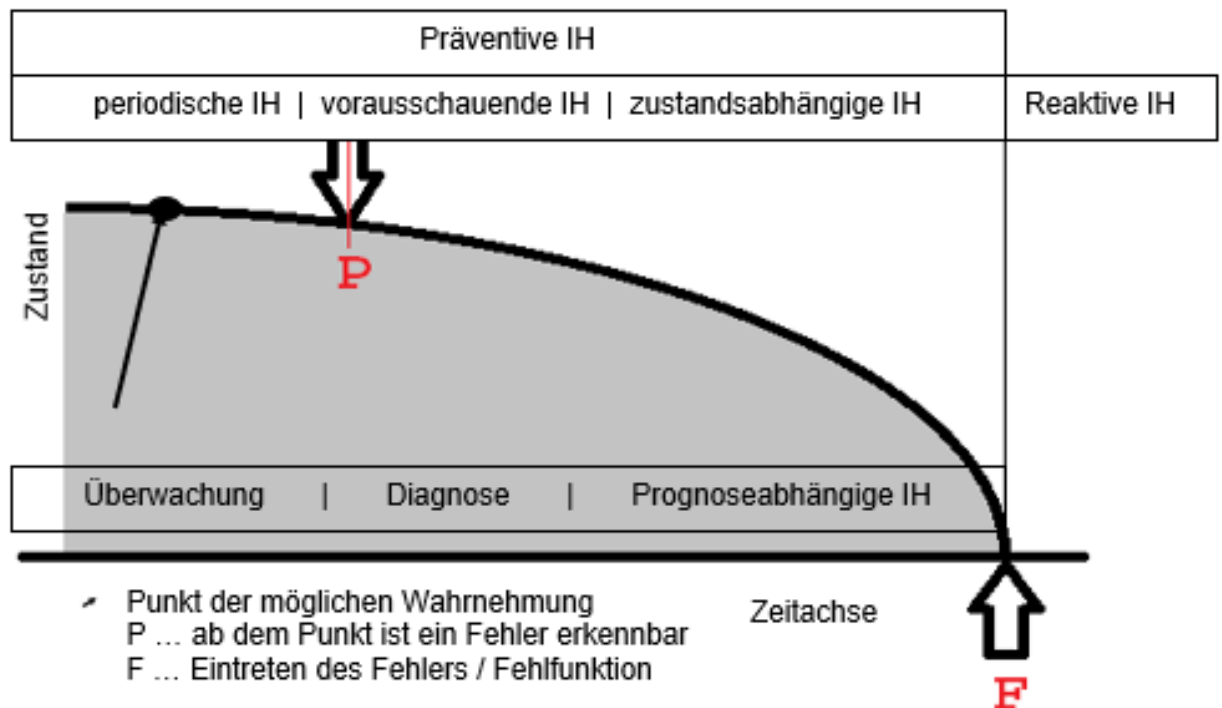


Abbildung 6, P-F Kurve⁴³

2.5.1 Reaktive Instandhaltung

Wie aus der Abbildung 6, P-F Kurve ersichtlich ist, erfolgen alle Maßnahmen erst nach dem Schadenseintritt. Damit ist aber nicht bestätigt, dass der Abnutzungsvorrat aufgebraucht ist. Eine ungeplante Zerstörung eines Bauteiles kann mannigfaltige Hintergründe haben. Das eigentliche Problem bei derartigen Ereignissen ist, dass die gesamte Kette der Instandsetzung zu dem Zeitpunkt getriggert wird.

Solche Instandsetzungsmaßnahmen, auch „Feuerwehreinsätze“ genannt, haben die unangenehme Eigenheit, dass Zeitpunkt, Teileverfügbarkeit, Personalverfügbarkeit und die gesamte Stillstands-Ablaufkette meist nicht, oder nicht vollständig, verfügbar ist. Auch der jeweilige Produktionsstatus (Auftragsspitzen, Terminware, ...) und die Beeinflussung der gesamten verketteten Produktion sind somit gefährdet.

Im Besten Fall sind diese Teile bereits bei der Planung entsprechend als solche berücksichtigt. Bei der Risikobetrachtung werden die Prozesse nach Sensibilität für die Produktion oder allfälliger Folgeschäden für verkettete Prozesse evaluiert. Wenn es viele Bauteile gibt, die in diese Kategorie fallen, hat es für den Betrieb auch erhebliche Vorteile.

⁴³ Mou97, eigene Darstellung

Wenn diese Risikobetrachtung bereits Teil der Planung ist und die Erkenntnisse dieser Einstufungen bekannt sind, kann die Ausführung bereits einen vorsätzlich einfachen Austausch von diesen Teilen berücksichtigen. Dabei ist bei der Planung nicht nur allein der Ein- und Ausbau, sondern alle begleitenden Maßnahmen, die eine Prozessstörung verursachen können, ebenfalls zu berücksichtigen. Das beginnt bei den Absperrungen von Medien, der vorgezeichnete Weg für den Transport (Ausbaukonzept, Hebevorrichtungen), Speicher im System, die ein Fenster für diese Maßnahmen erlauben und ausreichend sind, sowie auch eine gefahrlose Wiederinbetriebnahme ohne Prozessbeeinflussung. Es sind dabei mechanische, elektrische, organisatorische Maßnahmen (Freigabeschein) und Freigabeprozesse auch zu berücksichtigen.

Bei konsequenter Planung der Anlage sind somit die Mobilisierungszeiten, Arbeitszeiten, Prüfzeiten und Testungen bis zur vollständigen Prozessübernahme des neuen Bauteiles berücksichtigt.

Alle Prozesselemente, die dieser Kategorie zuzuordnen sind, haben über den gesamten Produktionsprozess keine Überwachungsqualitäten. Dieser wirtschaftliche Vorteil kann mit einer entsprechenden Ersatzteilpolitik unterstrichen werden. Meist sind es Teile die hochgradig standardisiert sind und somit auch eine kurzfristige Beschaffung erlauben.

Bei Unterstützung durch einen Dienstleister, der diese Teile aus Eigeninteresse vorhält, kann hier, bei entsprechender Produktvorgabe bzw. Vorgabe der Einbauqualität, durch primäre Festlegung bzw. Standardisierung ein weiterer Vorteil erwachsen.

Derartige Schäden an Teilen, die nicht primär dieser strategischen Ausrichtung zugeordnet sind, können sehr wohl auch erhebliche wirtschaftliche Konsequenzen für den Errichter haben. Meist sind derartige Schäden jene, die in einem kurzen Zeitraum nach der Inbetriebnahme erkannt werden, auch als „Kinderkrankheiten“ bezeichnet. Wenn ein Bauteil, das unter diesen Umständen geborsten ist, ein weiteres Mal sehr zeitnah bricht, ist von einem systematischen Fehler auszugehen und damit ein Redesign erforderlich.

Die Anlage in Chile war nun ein halbes Jahr in Betrieb bis die erste Inspektion erfolgte. Dabei wurden massive Schäden an den Venturi-Düsen festgestellt. Drei der sieben installierten waren zu ca. 30% erodiert, der Boden hat ebenfalls teilweise gefehlt. Bei der Konstruktion wurde, entgegen vorangegangener Projekte, nicht berücksichtigt, dass die Düsen kein Teil der gesamten Schweißkonstruktion sind. Der Schaden wurde nur teilweise behoben, da der Stillstand nur ein kurzer war. Es wurde nach den Erkenntnissen die Designbasis überarbeitet und ein Reparatur- bzw. Tauschkonzept erarbeitet. Es begannen Überlegungen, den Verschleiß zu überwachen ...

2.5.2 Präventive Instandhaltung – periodische IH

Um sich bei kritischeren Bauteilen aber nicht auf den Zufall verlassen zu müssen, versucht man mit stetiger Überprüfung bei bestimmten Zeitintervallen, Lastwechsel oder anderen für das Bauteil signifikanten Markern dem zuvorzukommen. In der Abbildung 6, P-F Kurve ist die periodische IH im Bereich vor dem Punkt P. Wie zu erkennen ist, wird bei dem Verdacht, dass es einen Schaden haben könnte entweder in kürzeren Intervallen begutachtet oder sofort gegen ein neues Teil ausgetauscht.

Wenn der P-F Intervall 8 Monate beträgt und der Inspektionsintervall bei 6 Monaten liegt, dann verbleiben 2 Monate bis das Bauteil einen Schaden hätte. Allerdings ist zu beachten, dass die 8 Monate nur eine Annahme sind. Wie lange der tatsächliche Zeitraum im P-F Intervall ist, kann nur an Verschleißspuren, wenn es denn überhaupt welche gibt, festgestellt werden. Die Inspektion ist meist visuell und damit steigen mit zunehmender Verschmutzung und Alter der Bauteile die Unsicherheiten für die richtige Befundung.

Das Einsetzen eines neuen Bauteils erfolgt unter dem Wissen, dass es womöglich noch nicht erforderlich war, da der Abnutzungsvorrat nicht vollständig aufgezehrt ist. Das neue Bauteil ist aber auch keine Gewähr für einen ausfallfreien Betrieb. Es kann von Produkt her schon schadhaft sein und damit die Bemühungen konterkarieren. Mit dem Einsetzen beginnt wieder der Zeitraum der Kinderkrankheiten und damit eine Zeit der Ungewissheit trotz wiederkehrender Observation.

Ein erheblicher Nachteil ist der Überwachungsaufwand, der ständig Personaleinsatz fordert. Auch das wiederholte Ab- und Anfahren der Anlage ist mit erheblichem Aufwand und Kosten verbunden. Zudem ist der unstete Betriebszustand nicht allen Bauteilen im gleichen Maße zuträglich. So haben Ausmauerungen in den Kesseln oder auch drehende Teile, die wiederholt durch die Eigenfrequenz müssen, haben lebensdauermindernde Konsequenzen.

Eine mögliche Abhilfe für die Ungewissheit wären Bauteile mit einer geplanten Obsoleszenz. Damit wäre die Zeit vom Beginn der Einsatzzeit bis zum Punkt „F“ bekannt und ein Austausch planbar. Allerdings ist der Aufwand am Bauteil, um die exakte zeitlich limitierte Einsatzzeit zu erreichen, sehr hoch. Die Ungewissheiten der Werkstoffe und deren Verhalten bei unsteten Betriebsbedingungen, wie Temperatur und ständig wechselnden Belastungen, sind kaum leistbar.

Die Anlage in Chile war nun ein Jahr in Betrieb, die Schäden haben über mehrere kleinere Stillstände, in denen Inspektionen erfolgt sind, eine neue Eskalationsstufe erreicht. Bei dem längeren Jahresstillstand wurden nun die neuen Teile versetzt. Es wurde ein besserer Werkstoff, der bei Temperatur höheren Verschleißwiderstand liefert, eingesetzt. Bei diesen Änderungen wurde auch eine Möglichkeit der Überwachung einzelner Differenzdrücke zur Aufnahme des Geschwindigkeitsprofils eingebaut. Hier wurde bereits versucht ein Problem zu antizipieren und das Potential vorwegzunehmen.

2.5.3 Präventive Instandhaltung – vorausschauende IH

Wie die Beschreibung der Strategie schon verrät, geht es hierbei um die Identifikation von Fehlern, die nicht offensichtlich sind, aber über die Zeit eine Prozessbeeinflussung verursachen oder auch spontane Schäden an Bauteilen motivieren können.

Fehler dieser Ausprägung haben kein signifikantes messbares Merkmal, welches eine zuverlässige Aussage liefern kann, weshalb Zustandsüberwachungen hier nicht anwendbar sind. Man kann sie als die Nachsorge einer reaktiven Maßnahme betrachten, da ein Bruch eines Bauteils nicht zwingend einer falschen Auslegung zugeordnet werden kann. Vielmehr ist eine Überlagerung verschiedener Einflussdimensionen die, thermischen, chemischen, mechanischen, dynamischen Ursprung haben können aber auch eine Kombination aus mehreren möglich.

Zumindest ist bei einem Bruch eine erhöhte Aufmerksamkeit geboten und wird in die Klasse der periodischen IH verlagert. Bei wiederkehrendem Auftreten liegt die Indikation eines systematischen Fehlers vor und damit die Konstruktion in einem Re-Design angepasst werden muss.

Dabei ist die Hauptarbeit bei der Fehlerursachenanalyse konzentriert, da bei einer Fehleinschätzung das Problem auch eskaliert kann. Es ist von immanenter Bedeutung alle Parameter zu erkennen und hier nicht nur die geometrische Ausprägung zu durchleuchten. Auch das Materialkonzept, die statischen und dynamischen Einflüsse nicht nur aus der Einspannung, sondern auch durch berührende Medien können die kritische Größe sein. Bei schwellenden oder wechselnden Einflüssen sind meist die Gradienten Druck und Temperatur treibende Einflüsse für Zerstörungen.

Beim Präzedenzfall haben wir nach dem Stillstand mit den Untersuchungen zur Ursachenforschung begonnen und konnten diese auf nicht nur eine Dimension eingrenzen. So gab es Erkenntnisse, dass die Asche, respektive Staub, durch den hohen Si – Anteil eine sehr abrasive Wirkung besitzt und eine Dimension der Ursache ist. Die weitere Dimension ist die Auslegungsgeschwindigkeit. Aus der Tribologie kennt man die Zusammenhänge, wo die Geschwindigkeit bei der Art der Abrasion (Aufgrund der Vielzahl an Parametern wie Material und Korngestalt, Widerstandswerte der Werkstoffe, geometrische Beziehungen wie Winkel, Strömungen und hier speziell auch Wirbel, uvm.) eine Potenzfunktion ist. Auch die Temperatur, die die Widerstandsqualität, respektive Festigkeit des Werkstoffes, beeinflusst.

Es wurde die Auslegung und das Materialkonzept verändert ...

2.5.4 Zustandsüberwachte Instandhaltung (Condition Monitoring (CM))

Dieser strategische Ansatz wird bei allen Teilen, die durch Abzehrungen, wodurch auch immer beeinflusst, eine signifikante Veränderung über die Zeit erfahren, angewendet.

Letztlich ist der Umstand die Maximale Ausnutzung eines Bauteiles, wo es die gewollte Zieleigenschaft erfüllt, zu erreichen. Meistens sind es visuelle Erkenntnisse, wenn auch mit Unterstützung von Hilfsmitteln (Brillen, Mikroskope, Messwerkzeug, ...), die eine Spur erkennen lassen. Aber auch andere Indikatoren, wie Geräuschveränderungen, Wärme oder chemische Veränderungen, die meist durch Geruch wahrnehmbar sind, können singulär aber auch überlagert eine manchmal eindeutige Indikation liefern.⁴⁴

Die menschlichen Sinne

Die vielleicht besten Zustandsüberwachungen sind die menschlichen Sinnesorgane (Sehen, Hören, Fühlen und Riechen). Mit all diesem Werkzeug ausgestattet, ist der Mensch die beste Überwachungseinrichtung, allerdings mit mindestens zwei gravierenden Nachteilen, wie:

- Der Zeitpunkt, ab dem der Fehler erkannt wird, ist er meist schon so offensichtlich bzw. vorangeschritten, dass kaum mehr Reaktionszeit für den Eingriff vor dem Schadensereignis bleibt. Auch ist eine ständige „Bewachung von Bauteilen“ nicht wirklich umsetzbar.
- Je nach Kenntnis und Erfahrung, ist die Einschätzung einer Sachlage subjektiv und braucht, um die Entscheidungen zum Objektivieren, eine Vorgabe an Kriterien. Auch Einflüsse wie Tagesverfassung, Umgebungsbedingungen, Stress, um nur einige zu nennen, beeinflussen das Urteilsvermögen. Auch der Alterungsprozess hat bei Mensch und Maschine seine Auswirkungen.

Aber die Vorteile überwiegen, denn

- Ständig ausgestattet mit allen Sinnen, können wir verschiedenste Eindrücke überlagert wahrnehmen und damit viele unterschiedliche Fehler zuordnen.
- Die Kenntnis über Bauteile durch Routineüberwachungen, erlauben eine Detektion von oft kleinsten Veränderungen.
- Und er kann bei Kompetenz auch die entsprechenden Gegenmaßnahmen für die Vermeidung eines Schadens in die Wege leiten.

Die Antwort unter der jetzigen Doktrin des IIoT ist, diese Überwachungsleistungen nicht mehr manuell erfolgen zu lassen. Damit wird aus der Zustandsüberwachung eine Condition based Monitoring

Bei der Anlage in Chile war die Geschwindigkeitsüberwachung nur kurzzeitig aktiv. Infolge der Staubbilddung des Rauchgases haben sich die Messleitungsanschlüsse verlegt und mit der Pflege war es etwas schwierig. Die größeren Querschnitte der Venturi-Düse, kombiniert mit dem besseren Material, verminderten den Verschleiß bzw. dessen Spuren.

⁴⁴ vgl. Mou97, p. 134

Dennoch hatten sich Löcher gebildet. Jetzt kam eine sehr teure Lösung zur Anwendung mit dem Einsatz von „keramischen Kacheln“, die in der Verarbeitung etwas Besonderes sind. Wie kann man nun die Haltbarkeit der Maßnahme überprüfen ...

2.5.4.1 Condition-based Maintenance

Durch Anbringen von einer Vielzahl von Sensoren an Bauteilen oder POI's (Points of Interests) wird versucht, die nun fehlenden Sinne des Menschen durch Einsatz von messtechnischen Systemen zu erfassen. Dabei ist es wichtig die richtigen Parameter, die eine signifikante und repräsentative Aussagekraft haben, zu finden. Sie müssen eine frühzeitige Indikation für einen sich entwickelnden Fehler liefern können, um die entsprechende Reaktionszeit zur Verfügung stellen zu können.⁴⁵ Diese Aufgabe ist die herausforderndste bei dem Einsatz solcher Systeme. Ein weiterer Nachteil ist, dass hier nur ein Parameter für die Detektion herangezogen werden kann. Es lassen sich zwar mehrere Parameter messen, aber die Überlagerung ist eigentlich noch unmöglich.

2.5.4.2 Reliability Centered Maintenance (RCM)

Vielen Fehlern gehen verschiedenartigste Anzeichen voraus, welche unterschiedlichste Erscheinungen ausprägen, aber auch Sensoriken erfordern, womit verschiedene Formen der Zustandsüberwachung ermöglicht werden. Jedes der eingesetzten Systeme hat folglich ein anderes P-F Intervall und erfordert somit eine unterschiedliche Behandlung mit unterschiedlichen Fähigkeiten und Kriterien.⁴⁶

2.5.4.3 Data based Maintenance

Wenn die Anlage bereits einige Zeit überwacht wurde, können aus den gesammelten Daten Zusammenhänge abgeleitet werden. Über eine Prognosesoftware kann daraus eine Wahrscheinlichkeitsangabe über den Zeitpunkt des Fehlerereignisses abgegeben werden.

2.5.4.4 Performance-based Maintenance

Performance-based Maintenance ist umfassender, als, wie vorhin, auf Basis strukturierter Anlagendaten Prognosen und Szenarien über deren technischen Zustand zu treffen und daraufhin Wartungsempfehlungen und Handlungsoptionen zu optimieren.⁴⁷

In der Performance-based Maintenance werden zu dem, auf den Realdaten, zusätzlich Produktionszustände simuliert, um damit verschiedene Handlungsmuster abzuleiten.

⁴⁵ Mou97

⁴⁶ Mou97

⁴⁷ Web18, p. 43

Damit können ganze Maßnahmenbündel an Instandhaltungsstrategien durchgespielt und optimiert werden.

Bei der Anlage in Chile hat sich durch die Fluktuation der Mitarbeiter eine Performance-Verschlechterung ergeben. Es wurde dem Kunden eine IIoT-Lösung zur selbständigen stetigen Prozess-Optimierung wegen der volatilen Eingangsgrößen, die von der Verbrennung und der Lastabnahme ausgehen, angeboten. Als Nebeneffekt kann nun versucht werden, nach einigen Monaten Datensammlung, Softsensoren und KPI's zu entwickeln, die eine Aussage über den Zustand der Venturi-Düsen erlauben. Der Sprung zu einer vom Lieferanten überwachten und betriebenen Anlage ist nur noch ein kleiner!

2.5.1 Ausfallverhalten – Reifegrad vs. Komplexität

Das Ausfallverhalten über den Nutzungszeitraum von produktionstechnischen Anlagen und Maschinen wird relativ treffend durch die Phasen des Früh-, Zufalls- und Spätausfalls beschrieben.⁴⁸ Komplexe Anlagen haben aber mehrere unterschiedliche Komponenten und Bauteile, welche unterschiedlichen Verhalten folgen. Überlagert ergeben diese als Summe die sogenannte „Badewannenkurve“, wie sie auch hinlänglich als typisch angesehen wird.

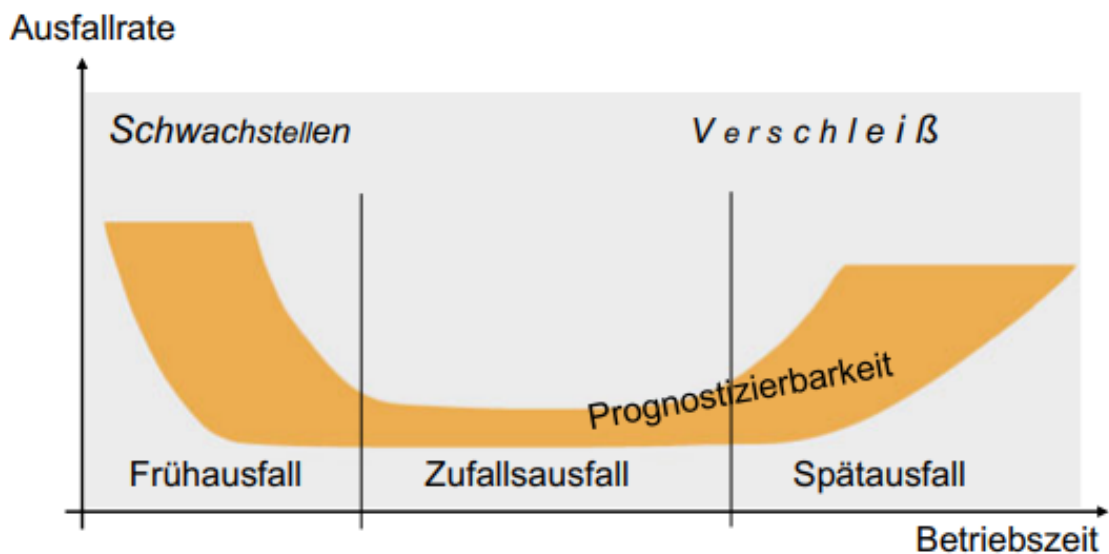


Abbildung 7, Badewannenkurve⁴⁹

Meist mit der Inbetriebnahme von Anlagen oder Aggregaten treten Frühausfälle in der ersten Phase der Lebensdauer auf und beruhen meist auf nicht erkannten Projektierungs-, Konstruktions-, Fertigungs- und Montagefehlern oder auch durch Sachzwänge, die von

⁴⁸ Hod18, p. 143

⁴⁹ Hod18, p. 143

prozesstechnischen Gründen getrieben sind. Daran zeigt sich der Reifegrad bzw. die Qualität einer Konstruktion. Erfahrungsgemäß sind bei individuellen Anlagen und bei Sonderlösungen besonders hohe Risiken beinhaltet, da diese Anlagen meist abgestimmt auf ein spezielles Einsatzgebiet angewendet werden. Vor allem wenn es mit ungesicherten Eingangsgrößen arbeiten muss, wie es z.B. der Brennstoff für Kraftwerke ist, sind vermeintlich gesicherte Materialien durch die unterschiedlichen Inhaltsstoffe mit hohen Standzeitunterschieden eingesetzt. Diese - zu Frühausfällen führenden Mängel - werden in der Praxis auch als „Kinderkrankheiten“ bezeichnet.⁵⁰ Die Produktionsanlaufphase ist im technischen Detail vorab sehr schwer zu prognostizieren und wird häufig auch durch fehlerhafte Bedienung des noch nicht ausreichend qualifizierten Bedienungspersonals überlagert.⁵¹ In dieser Phase ist der OEM für den Betrieb als Berater und Optimierer gefordert und für die geordnete Qualifizierung des Personals und der Instandhalter eingebunden. Hat sich der Prozess eingeschwungen, in der Regel nach der Gewährleistungszeit, tritt üblicherweise die stabile Phase der Zufallsausfälle ein. Wiederkehrende Stillstands-Begleitung betonen die Wartung als präventiven Schwerpunkt, dennoch ist Instandhaltung mit Ersatzteilen im Servicegeschäft hier nur reaktiv. Eine Vorhaltung von Teilen, um die Ausfallkosten zu minimieren ist, mit wenigen Ausnahmen, nicht wirklich möglich, da, bei zweimaligem Ausfall, bereits ein struktureller Fehler mit einem Re-Design korrigiert werden muss. Durch die unterschiedlichen Ausfallverhalten der eingesetzten Bauteile ergeben sich in dieser Nutzungsphase quasi zwangsläufig Berührungspunkte an fast allen technischen Komponenten der zu betreuenden Betriebseinrichtungen. Diese Zeit gilt es zu nutzen, um das Langzeitverhalten aufgrund von Verschleißmarkern prognostizierbar zu machen. Spätestens ab dieser Phase kann eine zustandsorientierte Instandhaltungsstrategie in einer mehrjährigen Lernkurve beginnen. Der vermeintliche Nutzen einer zustandsorientierten Instandhaltung kommt in der letzten Phase des alterungsbedingten Spätausfalls zum Tragen. Solche Ausfälle betreffen dann aufgrund regulärer technischer Abnutzung eines lang andauernden Produktionsbetriebes auch Funktionskernkomponenten. Je präziser solche Prognosen erstellt werden können, umso planbarer kann eine Revision im Einklang mit der Produktion durchgeführt werden. Als kollateraler Nutzen kann auch ein kostenminimiertes Ersatzteilmanagement entstehen, wobei teure Reserveteile rechtzeitig anlassgetrieben beschafft und nicht auf Verdacht hin ins Lager gelegt werden müssen. Instandhaltung wird so zu einem Produktivitätsfaktor. Ziel ist es das Risiko kalkulierbar zu machen, in dem der technische Werterhalt gezielt bis zur Nutzzeitverlängerung mit der Investitionspolitik harmonisiert.

⁵⁰ Hod18, p. 143, Mou97, p. 146

⁵¹ Hod18, p. 143

2.5.1.1 Prognostizierbarkeit

Bei all den guten Vorsätzen ist der Begriff „Prognostizierbarkeit“ nochmal herauszustreichen. Prognostizierbarkeit bedingt, dass bei einer Vielzahl von möglichen Indikatoren, die dem Menschen als Sinne geschenkt sind, die richtigen genutzt werden um eine zuverlässige Prognostizierbarkeit zu erreichen (Abbildung 8, multiple Indikatoren für Ausfälle). Messtechnisch lassen sich aber nicht alle Parameter in der gleichen Qualität erfassen und auch nicht, wie es der menschliche Organismus macht, parallel bewerten bzw. überlagern.

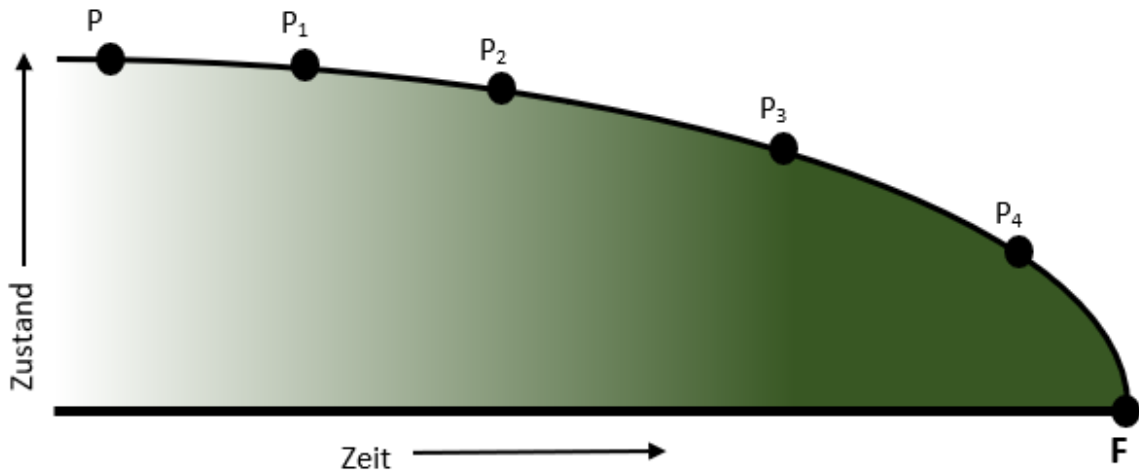


Abbildung 8, multiple Indikatoren für Ausfälle⁵²

- | | | |
|------|----------------------|--|
| I. | P | Beginn des Auftretens des Fehlers |
| II. | P₁ | Veränderung des Schwingverhaltens – Schwingungsmessung |
| III. | P₂ | Veränderungen, Materialeinträge in Schmierstoffen – Öl-Analyse |
| IV. | P₃ | Veränderungen der Geräuschkulisse |
| V. | P₄ | Veränderungen der Oberflächentemperatur |
| VI. | F | Eintritt der Fehlfunktion |

Alle vier Maßnahmen der zustandsüberwachten Wartung zusammen, sind nur auf 25%-35% der möglichen Fehler anwendbar.

Die kapitalintensiven Anlagen sind in den letzten Jahrzehnten komplexer geworden, woraus sich auch verschiedene Erscheinungsformen für die Fehlerqualität ergeben haben. In der nachfolgenden Graphik zeigen sich die bedingten Ausfallwahrscheinlichkeiten gegenüber dem Betriebsalter für verschiedene elektrische und mechanische Bauteile.⁵³

⁵² Mou97

⁵³ Mou97

Bei Studien an Flugzeugen der zivilen Luftfahrt konnte man zeigen, dass⁵⁴

4% der Teile mit dem Fehlermuster A übereinstimmten,
2% der Teile mit dem Fehlermuster B,
5% der Teile mit dem Fehlermuster C,
7% der Teile mit dem Fehlermuster D,
14% der Teile mit dem Fehlermuster E und unglaubliche
68% der Teile dem Fehlermuster F zugeordnet werden konnten.

Es ist nicht direkt auf andere Industrieanlagen umsetzbar, aber es zeigt eine erhebliche Differenzierung der Teile und bei zunehmender Komplexität kann eine Zunahme bei den Mustern E und F vorausgesetzt werden.

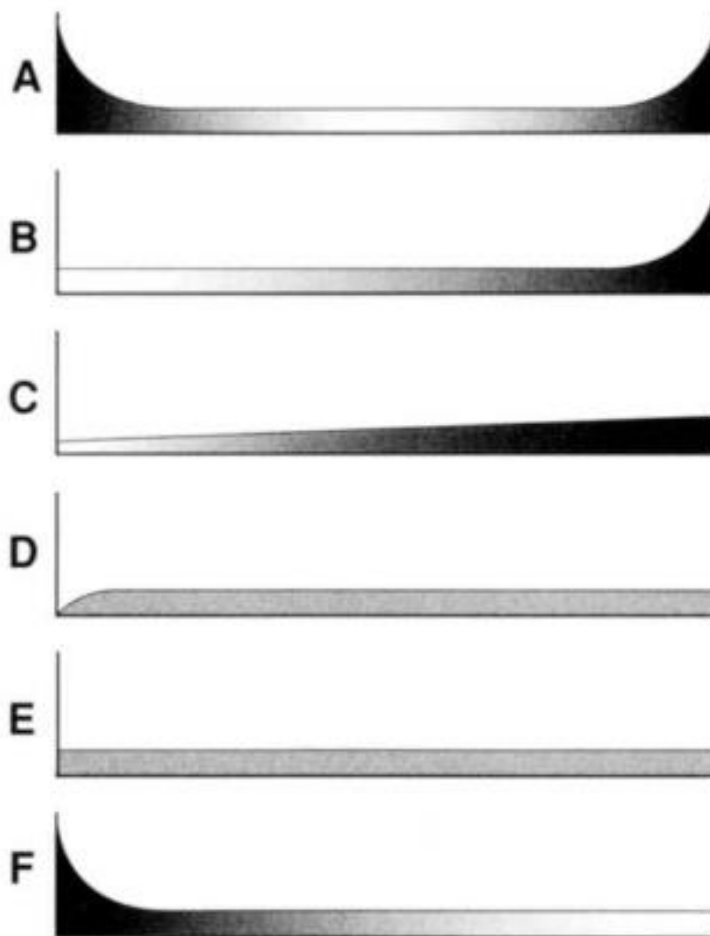


Abbildung 9, sechs Ausfallsprofile unterschiedlicher Fehler⁵⁵

⁵⁴ Mou97

⁵⁵ Mou97

Tatsächlich setzt sich die „Badewannenkurve“, Ausfallprofil A, aus fünf verschiedenen Erscheinungsformen zusammen.

Das Ausfallsprofil B beschreibt die Fehlerkonsequenz des Alterungsprozesses oder besser der Bauteillebensdauer. Hier könnte der Einsatz von Bauteilen mit einer geplanten Obsoleszenz auch zu einem planbaren Prozess verändert werden!

Der Alterungsprozess, wohl aber mehr die Materialermüdung durch unterschiedliche Stressbelastungen, wird durch die Kurve C abgebildet. Diese Kurven werden mit der Weibull-Verteilung nachgebildet.

Die Weibullverteilung mit zwei Parametern wird häufig benutzt, um die empirischen Erkenntnisse der Bauteile nachzubilden. Sie erlaubt, aufgrund der Vielzahl an möglichen Formen, eine Nachbildung verschiedener Bauteil-Ermüdungserscheinungen.

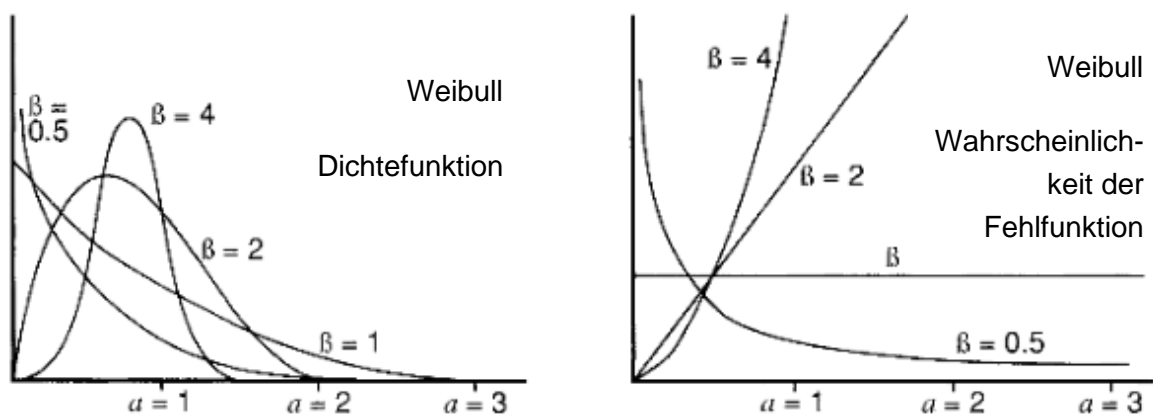


Abbildung 10, Formparameter der Weibull-Verteilung ⁵⁶

Die Weibull-Verteilung gehört zur Familie von stetigen Wahrscheinlichkeitsverteilungen die zwei und mehr Parameter⁵⁷ haben können und sich über die Menge der positiven reellen Zahlen erstreckt. Benannt ist die Verteilung nach dem schwedischen Ingenieur und Mathematiker Waloddi Weibull.

Bei geeigneter Wahl der beiden Parameter ähnelt sie einer Normalverteilung, oder einer Exponentialverteilung, oder anderen asymmetrischen Verteilungen. Sie wird unter anderem zur statistischen Modellierung von Windgeschwindigkeiten oder zur Beschreibung der Lebensdauer und Ausfallhäufigkeit von elektronischen Bauelementen oder (spröden) Werkstoffen herangezogen. Anders als eine Exponentialverteilung berücksichtigt sie die Vorgeschichte eines Objekts, sie ist gedächtnisbehaftet und berücksichtigt die Alterung eines Bauelements nicht nur mit der Zeit, sondern in Abhängigkeit von seinem Einsatz.

⁵⁶ Mou97

⁵⁷ Aha13

Sie lässt sich an steigende, konstante und fallende Ausfallraten technischer Systeme anpassen. Eine besondere Bedeutung hat sie in der Ereigniszeitanalyse.⁵⁸

Die Dichtefunktion ist:

$$f(x) = \lambda k (\lambda x)^{k-1} e^{-(\lambda x)^k} \Rightarrow \beta = k; \lambda = \frac{1}{a} \Rightarrow f(t)^{59} = \left(\frac{\beta}{a^\beta}\right) t^{(\beta-1)} e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^\beta}$$

Gleichung 1, Dichtefunktion

Die Verteilfunktion ist: $F(x) = 1 - e^{-(\lambda x)^k}$

Gleichung 2, Verteilfunktion

Die Überlebensfunktion ist: $R(x) = 1 - F(x) = e^{-(\lambda x)^k}$... oder Zuverlässigkeitsfunktion

Gleichung 3, Zuverlässigkeitsfunktion

Die Ausfallrate ist: $h(x) = \frac{f(x)}{R(x)} = F(x) = \lambda k * (\lambda x)^{k-1}$

Gleichung 4, die Ausfallrate

Es ist kein Zeitpunkt festzumachen, der einen Ausfall erkennen ließe oder eine Zeitspanne, die eine ansatzweise definierte Lebensdauer erkennen lässt. D ist die bedingte Wahrscheinlichkeitskurve, welche einer Weibull-Verteilung zugeordnet ist.

E bildet die Komponenten mit den zufälligen Fehlern ab.

Die Kurve F ist interessant, da sie einen fallenden Verlauf hat und am häufigsten vorkommt. Sie stellt die Problemzone nach der Inbetriebnahme dar, deren Ursachen in der Abbildung 11, Kinderkrankheiten dargestellt sind.

⁵⁸ Wik212

⁵⁹ Mou97

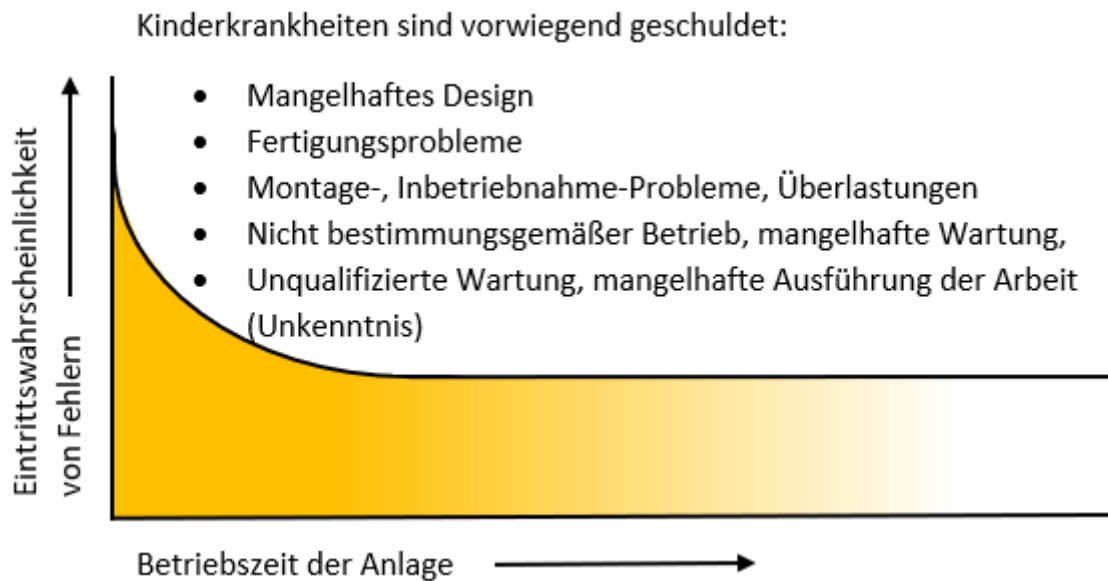


Abbildung 11, Kinderkrankheiten⁶⁰

Die Summe der Kurven aus mehreren der oben beschriebenen Fehler führt zu dieser Kurve A, die Eingang zu diesem Kapitel in Abbildung 7, Badewannenkurve bereits beschrieben wurde.

Repräsentativ sind, für einige Werte der Weibull-Verteilung, in der folgenden Tabelle 4, Orientierungswerte für den Gestaltungsparameter Alpha einige Zuordnungen von Werten der Verteilungsfunktion anhand von Beispielen erläutert. Erkennbar ist auch der fließende Übergang zwischen den einzelnen Bereichen. Eine genaue Abschätzung für IH-Kosten gestaltet sich schwierig ohne klare Abgrenzung. Wann ist eine Abweichung „Signifikant“ und welche Zustände oder Einflüsse begründen diese? Hier erschließt sich noch ein weites Betätigungsfeld für die Datenaufnahme im Feld. Diese Daten, bislang im Labor nachvollzogen, können jetzt an der Anlage direkt abgenommen werden.

⁶⁰ Mou97

Art der Abnutzung / Ausfallursache	Alpha α
Lockerung von Befestigungsteilen, Bruch bei Über-Beanspruchung, bleibende Verformungen, Festsitz, Undichtheit von Dichtungsflächen ohne Relativbewegung, Durchschlag von Isolationsmaterial	1 ... 1,5
Abnutzung geschmierter Anlagenteile, häufige Mischreibung, Undichtung bei Dichtflächen mit Relativbewegung und hoher Beanspruchung	1,5 ... 2
Ermüdung durch niederzyklische Beanspruchung und Dauerbeanspruchung, Korrosion, Verunreinigung durch die Umwelt, Schäden an Schaltkontakten	2
Abrieb durch Fremdstoffe oder ungeschmierte Anlagenteile, Abnutzung von Gleitlagern mit seltener Mischreibung, Erosion, Alterung von Flüssigkeiten (z.B. Schmiermittel), Schäden an Gleitkontakten	3

Tabelle 4, Orientierungswerte für den Gestaltungsparameter Alpha ⁶¹

Aber auch die Fehler bei einem Alpha zwischen 1 ... 1,5 sind auf Ursachen zurückzuführen, die nicht durch Abnutzung hervorgerufen werden, sondern z.T. Zufallsfehler sind, wie ein Bruch bei Überbeanspruchung. Einige Fehler können erkannt werden, wie die Lockerung von Schrauben. Andere Fehler, wie ein Bruch bei Überbeanspruchung, finden im Gefüge-Inneren von Komponenten statt. Dazu braucht es zur äußeren auch eine innere Untersuchung (Schall, Röntgen) und derartige Maßnahmen auf die Anlage ausgerollt, würden wegen Unwirtschaftlichkeit verenden.

Fehler eines Gestaltungsparameters Alpha 3 sind z.T. auf mangelnde Wartung zurückzuführen (Alterung von Schmiermitteln). Grundsätzlich sind Anlagenpflege und Wartung losgelöst von Instandhaltungsoptimierung zu planen und durchzuführen.⁶²

⁶¹ GBe94

⁶² Aha13

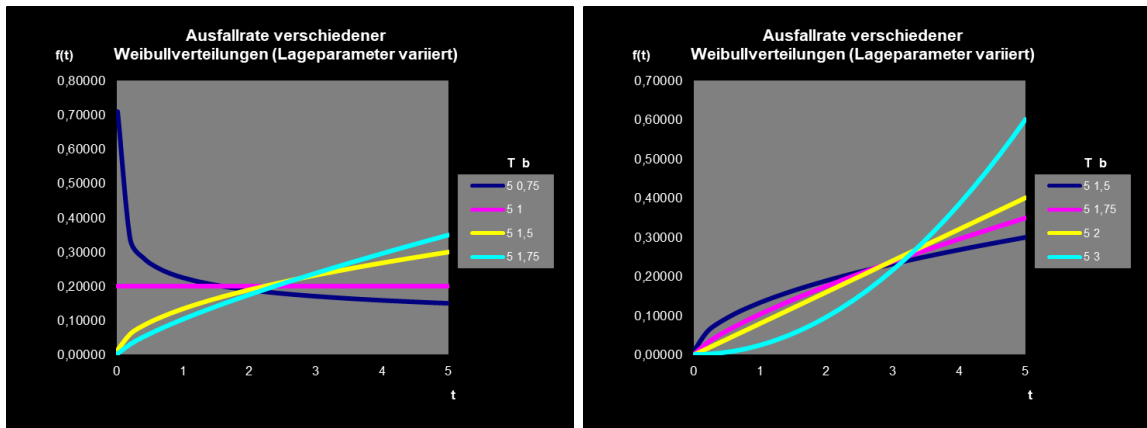


Diagramm 5, Ausfallrate

Aus den obigen Diagrammen ist der Aufbau der Badewannenkurve gut erkennbar. Bei der linken Grafik ist die blaue Kurve bei einem b -Wert bzw. dem β -Wert in Abbildung 10, Formparameter der Weibull-Verteilung < 1 und damit fallend in der Ausprägung. Damit wird der erste Teil der Badewannenkurve berechnet/beschrieben. Danach geht der Wert in $1 < b (\beta) < 2$ über, wobei bei „eins (1) die Funktion eine Waagrechte ausgibt. Diese Situation erlaubt keine Abschätzung über das Ausfallverhalten. Wenn sich der Wert über 2 erhöht, ist es eine Mangelversorgung bzw. die An Kling-Kurve für das Ende der Lebenszeit. Dieser Zustand kann durch mangelnde Pflege und Wartung herbeigeführt sein oder sich natürlich über die Zeit einstellen, und wird repräsentiert als der ansteigende Teil in der Badewannenkurve.

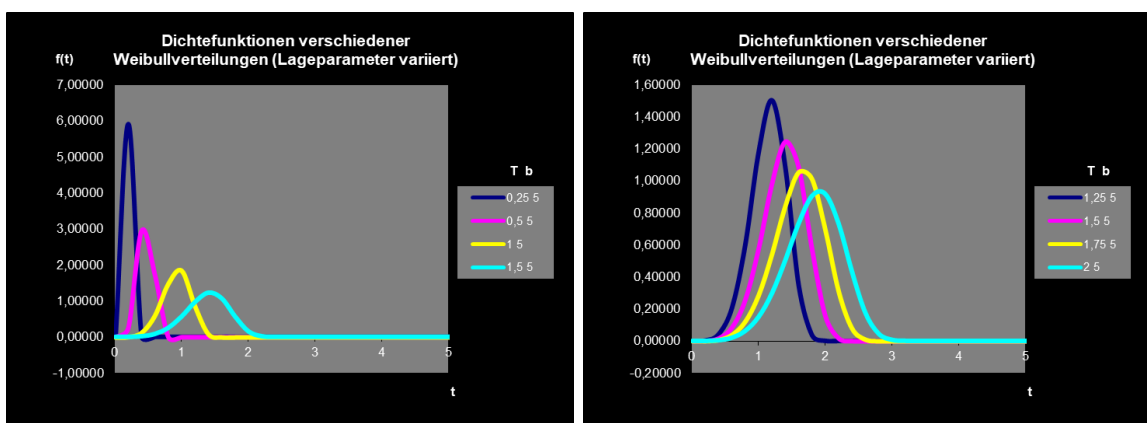


Diagramm 6, Dichtefunktion

Im obigen Diagramm sind noch die Dichtefunktionen, teilweise mit übereinstimmenden Werten der Ausfallfunktion, dargestellt.

Angesichts dieser Einsatzgrenzen und wirtschaftlich messbarer Parameter wird der Vorteil für eine Performance based Maintenance mit all den gesammelten Daten sehr überschaubar. Aktuell verspricht die IIoT wesentlich mehr als offensichtlich sinnvoll leistbar ist.

Die nächste Stufe der Entwicklung, also mit KI (künstliche Intelligenz) bzw. AI (artificial Intelligence) unterstützte Systeme, sind auch nur bedingt tauglich, da driftende Messungen die Selbstlernfunktion in die falsche Richtung abgleiten lassen. Hier kann nur eine theoretische Zielvorgabe als Muster oder Führungsgröße für die Optimierung dienen.

2.5.2 Instandhaltung wird Asset Management

Insgesamt kommen der Instandhaltung, beim Asset Management, verschiedene Rollen zu. Mit fortschreitender Entwicklung in der Industrie nimmt deren Anzahl zu. Der prozentuale Anteil, den die einzelnen Rollen einnehmen, verändert sich dabei jedoch mit der Zeit.⁶³

Ein weltweit akzeptierter Standard für Asset Management und Asset Management Systeme ist die ISO 55000, 2014. Es ist mehr ein Leitfaden, wie Unternehmen einen möglichst großen Nutzen aus ihren Assets ziehen können. Dieser Leitfaden deckt ein breites Spektrum an Unternehmen und Branchen ab, da Assets prinzipiell konformen Mechanismen und Zyklen unterliegen. Im Asset Management wird der gesamte Lebenszyklus von Anlagen, auch kostenseitig, betrachtet, um die Lebenszykluskosten für die Betriebsphase zu optimieren. Dieser gilt eigentlich aller Aufwand, da die Betriebsphase den größten Anteil am Lebenszyklus hat. Die Phasen des Asset Managements gliedern sich dabei für gewöhnlich in:⁶⁴

- Produktstrategie,
- Produktionsstrategie,
- Anlagenstrategie,
- Errichtung,
- Produktions- und Instandhaltungsphase und
- Rückbau.

So können sich beispielsweise zusätzliche Investitionen bei der Errichtung von Anlagen positiv auf die Instandhaltungskosten auswirken.

2.6 Ziele der Instandhaltung im Asset Management

Neben den Strategien der Instandhaltung gibt es auch Ziele, die einer werterhaltenden Instandhaltung abverlangt werden. Angesichts der wachsenden Aufgaben, die der Instandhaltung zugesprochen werden, ist sie der Garant für die Sicherstellung aller Aspekte die den Bogen von Wartung, Datenanalyse, Prozessoptimierung, Sicherheitsanforderungen,

⁶³ Web18, p. 36

⁶⁴ Web18, p. 37

bis hin zur Rechtskonformität über den Lebenszyklus sicherstellt. Anschließend nur einige kurz umrissen:

2.6.1 IH als Instandsetzer - Kernaufgabe

Die klassische Instandhaltung ist unabdingbar, wenn es um die altbewährte Instandsetzung von Anlagen geht. Auch wenn präventive Maßnahmen verstärkt zum Einsatz kommen, wird dieser Auftrag immer erhalten bleiben, auch wenn der Anteil am Instandhaltungsportfolio abschmelzen wird. Aktuell werden präventive Maßnahmen forciert, da reaktive Instandhaltung in verketteten Anlagen in der Regel höhere Kosten verursacht. Das Argument der Opportunitätskosten bei Produktionsausfällen befeuert diese Entwicklung. Als Lebensversicherer kommt der Instandhaltung jedoch auch zukünftig eine bedeutende Rolle als Instandsetzer zu.⁶⁵

2.6.2 Nachhaltigkeit

Der Aspekt der Nachhaltigkeit kommt beim Rückbau von Anlagen zum Tragen, wo die Materialien wieder geordnet als Rohstoffe dem Kreislauf der Wirtschaft zugeführt werden.⁶⁶ Ökologische Faktoren beeinflussen die Entsorgungswege von Altstoffen zunehmend. Dadurch werden auch die Ver- und Entsorgungswege neugestaltet, um eine bestmögliche wirtschaftliche Rahmenbedingung zu schaffen, auf dem Wege zur rückstandsfreien Instandhaltung. Das Thema der Rückgewinnung von Wertstoffen aus Prozessrückständen zur Veränderung von Deponieklassen wird dabei auch schon aufgegriffen.

2.6.3 Wissensmanagement

Das Wissensmanagement in der Instandhaltung gewinnt an Bedeutung, auch unter Berücksichtigung demografischer Tendenzen. Die Anfänge, den zukünftigen Anforderungen positiv zu begegnen, sind bereits getan. Dem Wissensmanagement wird dabei, aufgrund der gestiegenen Komplexität der Instandhaltungsaufgaben, als interne Ressource, sowie als Bestandteil bei Kooperationen von Unternehmen und Industrieservice, große Bedeutung zukommen.

2.6.4 Digitalisierung als Instandhaltungsaufgabe

Der Einsatz neuer Technologien fordert die IH derzeit besonders, die anfänglich nur im Bestand durchgeführt wird. Die Digitalisierung ist nicht neu, aber die Größenordnung und

⁶⁵ Web18, p. 39

⁶⁶ Web18, p. 40

Schnelligkeit, in der digitale Möglichkeiten zunehmen, beeindruckt. Für den Drang nach Daten und damit noch präziser digital steuern zu können, müssen Anlagen umgestaltet werden. Es geht um die Einbindung der angrenzenden oder korrespondierenden Wertschöpfungsbereiche, der Zuführung und Verbringung der Güter und alle weiteren für den Anlagenbetrieb erforderlichen Daten. Diese Aufgaben müssen, für eine sinnvolle wertsteigernde nachhaltige Nutzung, mit Experten umgesetzt werden. Die zukünftige Vernetzung wird ein großer Teilbereich der Instandhaltung werden. Hierzu wird die IH zur IT-gestützten Instandhaltung werden.

2.6.4.1 Technologische sowie Leistungsanpassung

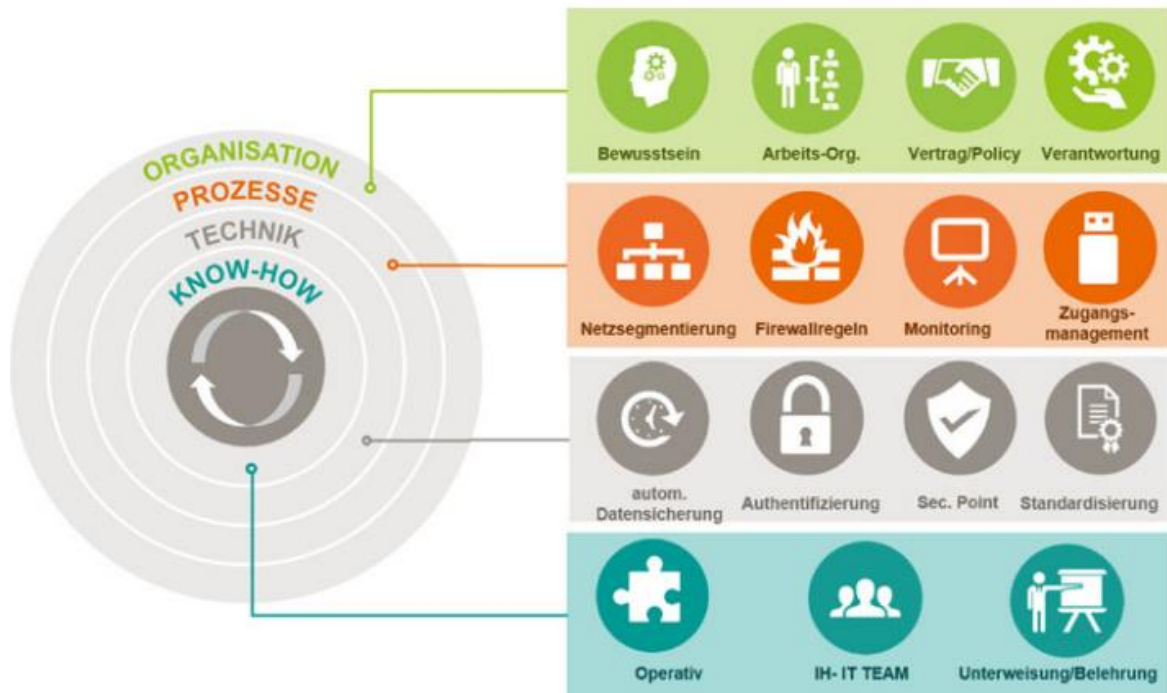
Alle Verbesserungsmaßnahmen, ob technologische Maßnahmen oder Leistungsanpassungen, sind in der Umsetzung im Verantwortungsbereich der Instandhaltung angesiedelt. Auch die Beseitigung bzw. Optimierung von systemlimitierenden Bauteilen ist dabei eingeschlossen. Dieses „Debottlenecking“⁶⁷ kann aber auch zu einem zukünftigen Betrieb über den Auslegungsbereich führen womit die Problemzone in die nächste Schwachstelle einer Anlage verlagert wird.

2.6.5 IT-Sicherheit in produktionsnahen Informationssystemen⁶⁸

Durch die zunehmende Vernetzung der Industrie entlang der Wertschöpfungsketten gewinnt die IT-Sicherheit an Bedeutung. Die neuen Medien, die digitale Instandhaltungsunterstützung, machen die Systeme auch anfällig für Angriffe aus dem Netz. Die Zahl der Schnittstellen steigt mit jeder „smarten“ Komponente. IT-Abteilungen haben ihren Teil bereits gelernt aber in deren Schatten haben sich bei den Steuerungssystemen von Produktionsanlagen und deren Verbindungen Wunden aufgetan, die es jetzt zu schließen gilt. Damit wird der IT-Spezialist zum Verbündeten des Instandhalters, der es jetzt in seiner Aufgabe hat, die Strukturen auf die Produktionsanlagen anzupassen. Ziel ist die geordnete Verwaltung von Rechten und Zugriffskanälen für Fremdfirmen, deren Serviceleistung nur als Remoteleistung zur Verfügung steht. In Abbildung 12, Tätigkeitsbereiche IT-Sicherheit in der Produktion sind die Wirkkomplexe, die es aufzuarbeiten gilt, dargestellt.

⁶⁷ Web18, p. 40

⁶⁸ Web18, p. 41

Abbildung 12, Tätigkeitsbereiche IT-Sicherheit in der Produktion ⁶⁹

2.6.6 Rechts- / Unternehmenskonformer Anlagenbetrieb

Ein Verantwortungsbereich des Asset Managements ist, den vorschriftskonformen Betrieb der Anlagen sicherzustellen. Damit ist der ordnungsgemäße Betrieb der Anlagen in Übereinstimmung mit Unternehmensregularien, wie auch mit den sich verändernden gesetzlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen und Anforderungen, an den Schnittstellen zur Umgebung (Emission aller Art die in Wechselwirkung mit dem Umfeld stehen), sicherzustellen. Auflagen und Normen einschließlich Regeländerungen sind zu beobachten und mit entsprechenden Maßnahmen umzusetzen bzw. nachzuführen.⁷⁰

2.6.7 Instandhaltung als Ressourcen (-effizienz)-management

Zu diesem Zweck werden Daten über ausgewählte Anlagenteile sowie Einsatzparameter gesammelt und ausgewertet. Bisher unbekannt Zusammenhänge, die nur aufgrund großer Datenmengen gefunden werden können, sollen identifiziert werden. Ziel ist die Erhöhung der Overall Equipment Effectiveness OEE.⁷¹

⁶⁹ Web18, p. 42

⁷⁰ Web18, p. 42

⁷¹ Sch16

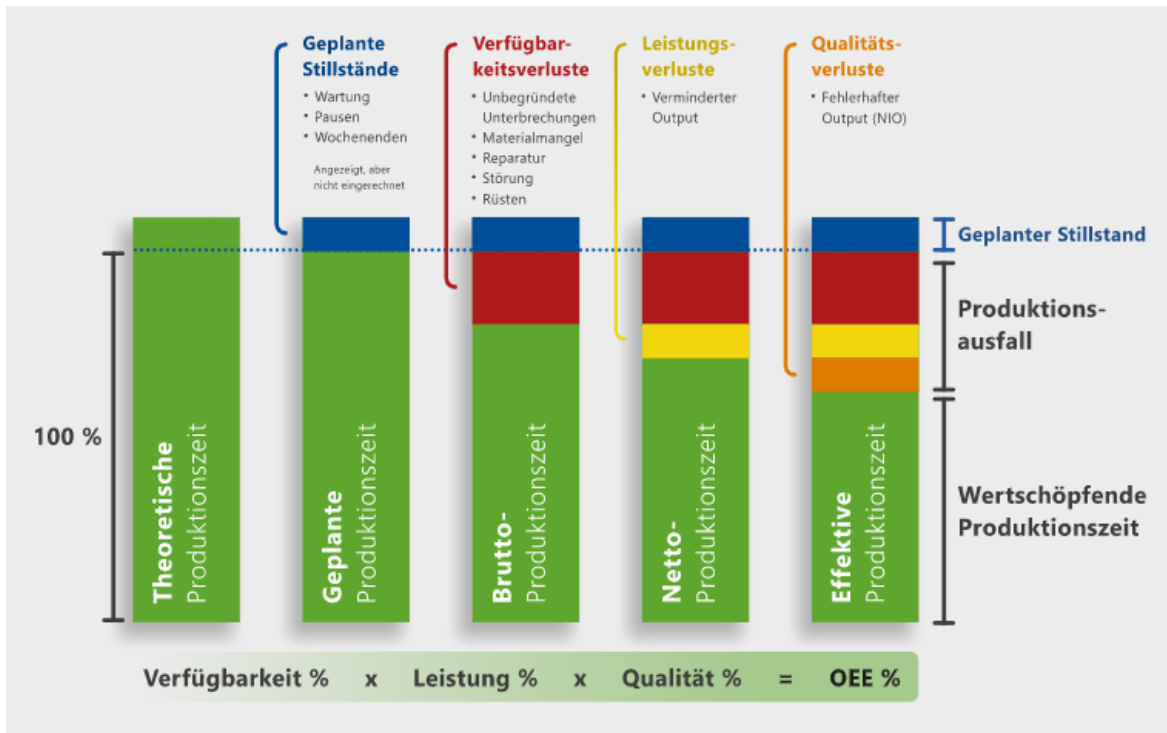


Abbildung 13, OEE Zusammensetzung⁷²

Wie aus der obigen Grafik zu ersehen ist, haben alle Säulen mit Zeit zu tun. Es sind somit neben der Vermeidung von Verschwendung, die Optimierung der Reaktionszeiten, für in Produktion zu versetzen (Rüsten, Prozessfähigkeit herstellen) bzw. bei Ausfällen wieder in Produktion zu bringen, die wichtigsten Aufgaben der Instandhaltung als Assetmanagement.

2.6.7.1 Verfügbarkeitsoptimierung

Neben den geplanten bzw. erforderlichen Stillständen gilt es, die ungeplanten Stillstände, nach allen gebotenen Möglichkeiten, zu vermeiden bzw. den Zeitverlust für derartige Ereignisse zu minimieren.

Die Verfügbarkeit berechnet sich: $\frac{\text{verfügbare Zeit} - \text{Ausfallzeit}}{\text{verfügbare Zeit}} = \text{Verfügbarkeitsfaktor}$

Gleichung 5, Verfügbarkeit⁷³

Hier kann ein Dienstleister, im Rahmen von Servicepartnerschaften, eine Mitverantwortung für die Optimierung der Verfügbarkeit der Anlagen übertragen bekommen. Die Verwaltung der vertraglichen Vereinbarungen sind in der Instandhaltung angesiedelt.

⁷² Sch16

⁷³ Lut18, p. 55

Vorrangiges Ziel ist die Verfestigung einer hohen Anlagenverfügbarkeit bzw. einer stetigen Verbesserung, die ein bestimmender Faktor der „Overall Equipment Effectiveness (OEE)“ ist.

2.6.7.2 Ressourcenmanagement, -effizienz

Produktionsverantwortliche sind grundsätzlich auf die Verfahrenstechnik, den Rohstoffeinsatz und der Ausbeute/Output der Anlage konzentriert. Für diesen sind

die Leistungseffizienz: $= \frac{\text{ideale Taktzeit} \times \text{Output}}{\text{Betriebszeit}}$ (Rüstzeitenminimierung) und

Gleichung 6, Leistungseffizienz⁷⁴

die Qualitätsrate $= \frac{\text{Output} - \text{Ausschussmänge}}{\text{Output}}$ (Verschwendungsvermeidung)

Gleichung 7, Qualitätsrate⁷⁵

die bestimmenden Parameter. Der Instandhaltungsmanager, als Vertreter der Anlage, hat die erforderlichen Maßnahmen zu monitoren und für einen schonenden Umgang mit der Produktionsanlage, sowie den umweltrelevanten/nachhaltigen Ressourcen zu sorgen. Hier seien als wichtigste Vertreter die Energie-Effizienz, aber auch die Optimierung der Ersatzteile und Standardisierungen innerhalb der Anlage, bei der der Instandhalter seine umfangreichen elektrischen und mechanischen Anlagenkenntnisse einsetzen kann, angezeigt.

2.6.8 Kulturwandel: Steigern der Umsetzungsgeschwindigkeit

Sich verlagernde Schwerpunkte bei der Aufgabengestaltung und neue Arbeitsweisen erfordern Fachpersonal, das mit den Anlagen vertraut ist, aber entsprechend für die Digitalisierung weitergebildet werden muss. Um den raschen Veränderungen begegnen zu können, muss parallel zu Entwicklung mit der Umsetzung begonnen werden.⁷⁶ Durch die ständigen Änderungen in der Technik ändern sich auch die Wege zur Lösung eines Problems. Die Schnelligkeit im IIoT zwingt auch die Arbeitsmuster der Softwareentwickler, den Scrum-Prozess für agiles Projektmanagement, für die IH-Serviceanbieter zu übernehmen. Diese Änderungen werden aber auch teilweise mit dem demographischen Wandel abgedeckt.

⁷⁴ Lut18, p. 55

⁷⁵ Lut18, p. 55

⁷⁶ Web18, p. 44

2.6.9 Der demographische Wandel – Qualifikationsanforderungen der Ausbildung

Für gewöhnlich werden in dem Bereich der Instandhaltung bzw. Assetmanagement die Erfahrenen aus der Produktion oder deren umgebende Bereiche bestellt. Mit der zunehmenden Komplexität der Anlagen und im Besonderen seit Beginn der vierten industriellen Revolution haben sich die klassischen Rollenbilder der Instandhalter begonnen, massiv zu verändern.

Wie in der folgenden Graphik ersichtlich, waren die Fähigkeiten eines Instandhalters schon erheblich umfangreicher als eines Produktionsmitarbeiters. Mit der zunehmenden Verkettung der Prozesse und der sich verändernden Betrachtung der Anlagen als Assets, die auch, den wirtschaftlichen Maximen folgend, in ihrer Lebenszeit maximiert werden sollen, haben sich die erforderlichen Qualifikationen erheblich erweitert. Hierbei werden nicht mehr nur fachliche Kenntnisse der Mechanik und Elektrik samt einschlägiger Dokumentation gefordert, sondern auch weitreichende Management-Qualifikationen, Automatisierungskennnisse, Prozessverständnis und noch einiges mehr.

Mit der IIoT kommt nun auch noch die ehemals ausgelagerte IT wieder zurück in den Betrieb. Diesmal aber nicht für die Abläufe in der Verwaltung, sondern als Unterstützung oder teilweise auch schon als bestimmende Größe in der Produktion bzw. in allen Teilen der Wertschöpfungskette. Der nächste Schritt, der schon in Grundzügen vorhanden ist, aber noch in den Kinderschuhen im Maschinen- und Anlagenbau, ist der Einsatz von „Machine learning“ oder auch „KI“ für „künstliche Intelligenz“ oder „AI für artificial Intelligence“. Damit wird der Umfang, der günstiger Weise zu beherrschenden Fähigkeiten, nochmals erheblich erhöht. Derartige Aufgaben sind von wenigen Personen nicht mehr zu leisten, weshalb es zunehmend in Kooperationen mit einschlägigen Spezialisten oder auch mit Partnern mündet, die sich durch Outsourcing von Funktionseinheiten gebildet haben. Dabei wird, wie schon vor Jahrzehnten, eine Abhängigkeit von derartigen Serviceanbietern akzeptiert. Die sich derart rasch ändernden Systeme und Produkte könnten nur von einem Partner, der die einschlägigen Fachkompetenzen vorhält und über laufende Schulungen aktuell hält, geleistet werden.

Der betriebliche Asset-Manager wird zur Schnittstelle mit diesen Serviceanbietern und muss über entsprechende Qualifikationen verfügen um die Aufgaben entsprechend bewerten, auswerten, Strategien entwickeln und veranlassen zu können.

Abbildung 14, Instandhalter zu Smart Service Manager⁷⁷

Speziell im Quadranten der Daten Dimension ist neben der Vielzahl von verschiedenen Ansätzen auch bereits die Brücke zum „Life-Cycle-Management“ geschlagen.

Die „Digitale Lebenslaufkarte“ ist bereits die Eintrittskarte in die Digitalisierung entlang des Produkt Lebenszyklus womit die Instandhaltung, die bereits zum Assetmanagement geworden ist, in die nächste Ebene gehoben wird. Damit kommt es zu einer Re-Fusionierung der IT-Anbieter mit Instandhaltungsspezialisten, die gemeinsam ganze Produktionsbereiche überwachen und die geeigneten Maßnahmen im Sinne des Asset-Managements setzen.

2.7 Der Anlagenmanager, Optimierung der Lebenszykluskosten

Neben den reaktiven Maßnahmen ist die Verbesserung der Anlagen die Kernaufgabe, die eine Vielfalt an Maßnahmen in sich bündelt. Diese Aufgaben erstrecken sich von der

⁷⁷ Bru19

kleinsten Schraube, über die Optimierung der Lebenszykluskosten bis zur Sicherstellung eines regel- und gesetzeskonformen Betriebes.

Die Forderung der ganzheitlichen Betrachtung schielt dabei nicht nur auf die Optimierung der Instandhaltungskosten, sondern setzt bereits bei der Planung, der Konstruktionsphase einer Produktionsanlage an. Hierbei wird der Instandhaltungsmanager bzw. die errichtende Unternehmung gefordert, über ein Wartungskonzept die Anlagenkonfiguration derart zu beeinflussen, dass die Folgekosten für den Betrieb, bei Auftreten einer Störung, minimiert werden. Dieser Anfangsaufwand ist nur noch mit einer LCC darstellbar, die vom Projektstart bis zum Abbau der Anlage die Kosten evaluiert und kumuliert darstellt.⁷⁸

Eine Vorgehensweise und die dafür notwendige Datengrundlage sind in der VDI-Richtlinie 2884 (VDI 2884) festgehalten.⁷⁹

2.8 IH-Ziele treiben die Optimierung im Asset Life Cycle

Löst man die Instandhaltung aus dem gesamten Wertschöpfungsprozess heraus, die als Aufgabe die Verantwortung als ganzheitlicher Asset Manager übernimmt, wird sie der Motor der Optimierung im Asset Life Cycle wie auch des digitalen Wandels. Damit braucht es eine andere Betrachtungsweise nicht nur der eigenen Anlage gegenüber, sondern auch das Erkennen der bestimmenden Einflüsse von außen als auch von innen. Energiebedarf, Datenverfügbarkeit, Lagerkapazitäten oder sich verändernde Gesetzmäßigkeiten sind nur einige Beispiele der Einflussfaktoren, die sich auf den Anlagenbetrieb auswirken und ständig analysiert werden müssen, um den Anlagenbetrieb weiter zu optimieren.⁸⁰

Angesichts dieser Perspektiven wird die IH-Organisation im Organigramm der Unternehmung zur Stabstelle zwischen Management und Produktionsorganisation. Damit ist die IH verantwortlich für den Werterhalt der Assets und auch für die Profitabilität des Assets. Aus dieser Perspektive kommt dem IH-Dienstleister ein erheblicher strategischer Faktor zu, der, je nach Qualität und Performance, zum Wettbewerbsvorteil auswachen kann.

⁷⁸ Web18, pp. 39, 40

⁷⁹ Hae18, p. 381

⁸⁰ Web18, p. 43

3 Lebenszyklusbetrachtungen im Kontext des Umfeldes

Die Instandhaltung ist verantwortlich für die Verfügbarkeit der Anlage. Um diese zu erhöhen und auch auf dem Niveau zu halten braucht es Konzepte, die eine rasche Reaktion erlauben. Ob reaktive oder präventive Maßnahmen, alle Prozesse sollten zeitlich optimiert werden, um die OEE (siehe Instandhaltung als Ressourcen (-effizienz)-management) zu erhöhen. Damit diese Prozesse aber entsprechend eingerichtet werden können, braucht es eine Einflussnahme in das Design der Anlage. Es müssen also alle Erkenntnisse, die in der Produktionsphase gewonnen werden, bei der Entstehung einfließen.

Das Produkt wird zwar nach der Nutzung verworfen und im besten Fall in den Rohstoffkreislauf wieder eingebracht, aber die Information ist ein ständiger Kreislauf. Dabei werden die Erkenntnisse des Betriebes zur Grundlage der Planung und Umsetzung. Dieser Umstand erlaubt somit auch den Vergleich mit Lebensabschnitten eines Lebewesens.

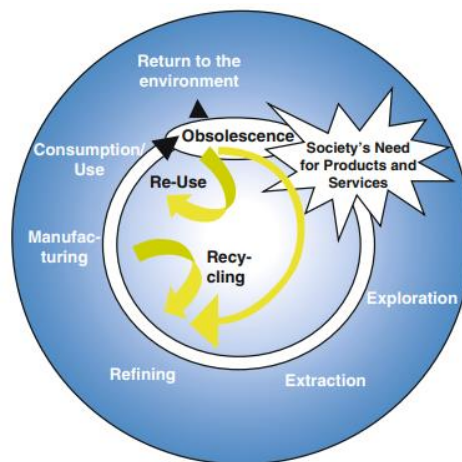


Abbildung 15, gesamter Lebenszyklus⁸¹

Projiziert man nun die Lebensabschnitte eines Lebewesens auf eine Maschine, spricht man von einer Lebenszyklusbetrachtung. Die Lebensabschnitte werden bei Produkten als Phasen bezeichnet wie in Abbildung 15, gesamter Lebenszyklus zu ersehen. Für die Organisation ist dann „Life Cycle Thinking“ die Vision für die Managementebene. LCM ist die

⁸¹ Son15, p. 11

Organisationsform, die sich mehrerer Instrumente auf der betrieblichen Ebene bedienen kann.

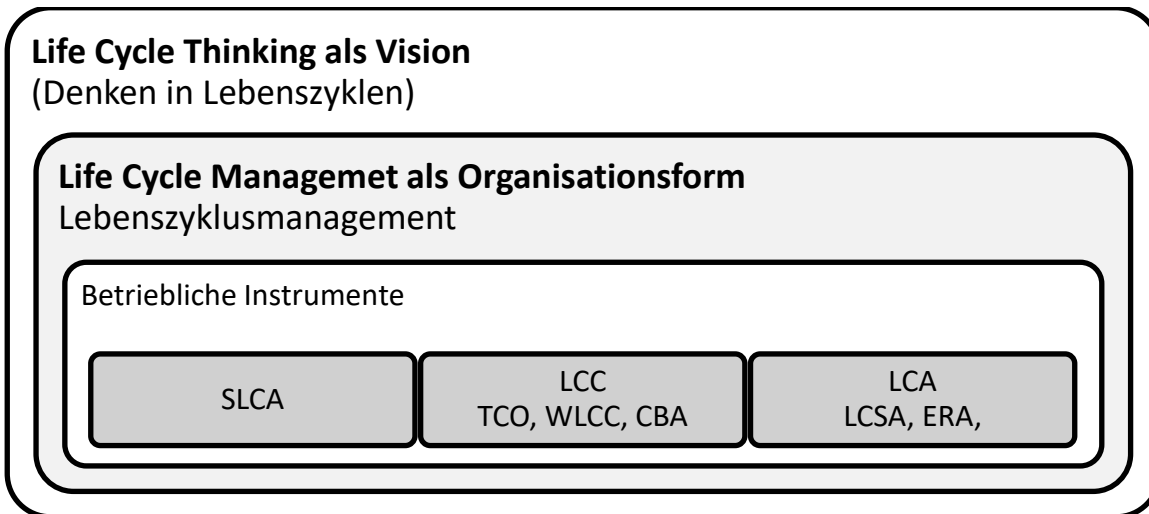


Abbildung 16, Life Cycle Thinking, LCM, LCA, LCC⁸²

Hier kann von einer fundamentalen „Revolution in der Instandhaltung“ gesprochen werden, da die Verantwortlichen der Instandhaltung jetzt auch für Aufgaben der Anlagenplanung, des Engineerings und der Anlagenbeschaffung mitverantwortlich sind. Die erweiterte Verantwortung über den Anlagenlebenszyklus wird mit zusätzlichen Kennzahlen verfolgt. Entweder durch die Kennzahlen zum Life Cycle Costing (LCC) oder durch das weitergedachte Total Cost of Ownership (TCO). Insbesondere der TCO-Ansatz bindet auch den Anlagenhersteller mit ein, in dem er mittels verbindlicher TCO-Verträge motiviert wird, auf eine kostenoptimale Konstruktion und Instandhaltbarkeit der Anlage zu achten. Die kontinuierliche Verbesserung der Produktionsanlage umfasst, wie oben angemerkt, alle Beteiligten in den unterschiedlichen Phasen, also vom Hersteller bis zum Betreiber.

3.1 Live Cycle Management (LCM)

Life Cycle Management (LCM) ist ein Managementkonzept, das in Industrie- und Dienstleistungssektoren angewendet wird. Es beinhaltet die drei Säulen der Abbildung 18, Umfang der Einflüsse die von LCA, LCC und SLCA, um Produkte und Dienstleistungen und gleichzeitig die Gesamtleistung zu verbessern, sowie Nachhaltigkeitsleistung des Unternehmens und seiner Wertschöpfungsketten. So betrachtet ist das Life Cycle Management eine Gelegenheit, sich durch Nachhaltigkeitsleistung, und -konzepte auf dem Markt zu differenzieren und hervorzuheben.

⁸² Gün06, Gün09, p. 14

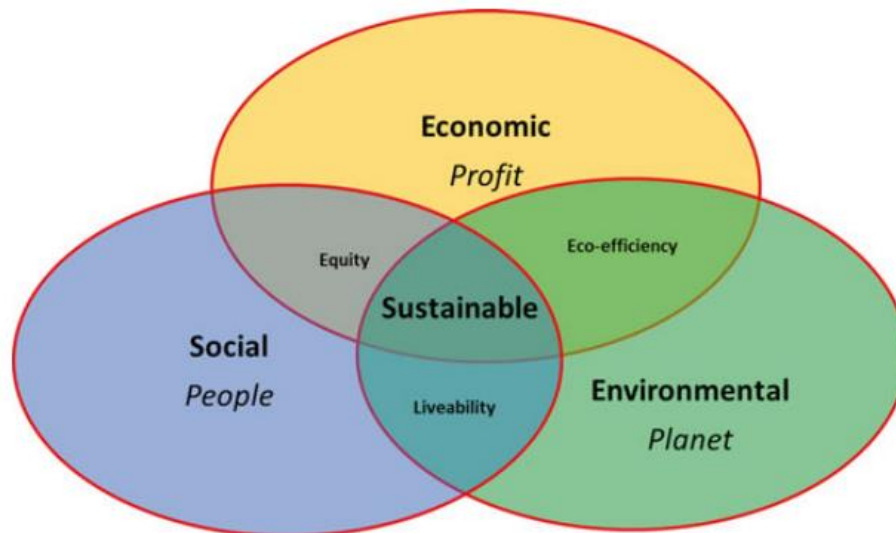


Abbildung 17, Schnittmenge der Nachhaltigkeit⁸³

Es erfordert, mit allen Abteilungen eines Unternehmens zusammenzuarbeiten, wie z.B. in der Forschung und Entwicklung, der Beschaffung und dem Marketing sowie Verbesserung der Zusammenarbeit mit Stakeholdern entlang der Wertschöpfungskette eines Unternehmens.^{84 85}

LCM ist ein holistischer Ansatz, der nicht nur die Effizienz der Anlage im Blickfeld hat. Neben der Maximierung der Erträge des Assets ist LCM auch darauf ausgerichtet, die ökologischen Effekte und Auswirkungen und die sozialen Aspekte in die Betrachtung einzubeziehen, um eine langfristige nachhaltige Asset-Politik betreiben zu können. In Abbildung 18, Umfang der Einflüsse die von LCA, LCC und SLCA sind in den Blasen einige Vertreter des jeweiligen Bereiches genannt die zwar in einem bestimmten Spannungsverhältnis zu einander stehen, aber nicht zwingend eines bilden müssen. Dem entsprechend waren Umweltmanagementpraktiken anfänglich in den meisten Geschäftsbereichen gekennzeichnet von der Herangehensweise an die internen Abläufe, die Kosteneinsparungen sowie die Einhaltung vorhandener Gesetze und Vorschriften einschließlich dem Risikomanagement. Diese - mittlerweile etwas antiquierte - Betrachtungsweise des Nachhaltigkeitsmanagements ist nicht ausreichend, um den heutigen Herausforderungen zu begegnen, Wettbewerbsvorteile zu kreieren und nachhaltige Entwicklungen anzustoßen. Begonnene Veränderungen in der Organisation von Unternehmen haben auch erheblichen Einfluss auf die Organisation der Instandhaltungsaufgaben. Diskussionen um Kernaufgaben einer Unternehmung und die Herausbildung und Entwicklung von spezialisierten Dienstleistern

⁸³ Son15, p. 11

⁸⁴ Son15, pp. 10, 11, 12

⁸⁵ Gün09, p. 15

wie auch die Verlängerung der Wertschöpfungskette bei Investitionsgütern in Richtung Pre- und After Sales Service, stellt die Instandhaltung immer wieder vor neue Herausforderungen.

Eine gelungene LCM-Praxis vernetzt, vom Nachhaltigkeitsmanagement, der Leistungsfähigkeit der Organisation, dem Marktwert der Produkte bis einschließlich der Wertschöpfung, die gesamte Wertschöpfungskette.

Wenn es sehr ausgefeilte Konzepte und Prozesse sind, kann LCM sicherstellen, dass das Wirtschaftsleben tatsächliche Verbesserungen für alle Wirtschaftsbeteiligten bringen kann. Auf lange Sicht kann es dazu beitragen, die Nachhaltigkeit als ein Wertekriterium zu etablieren wie es aktuell die Qualität darstellt.⁸⁶

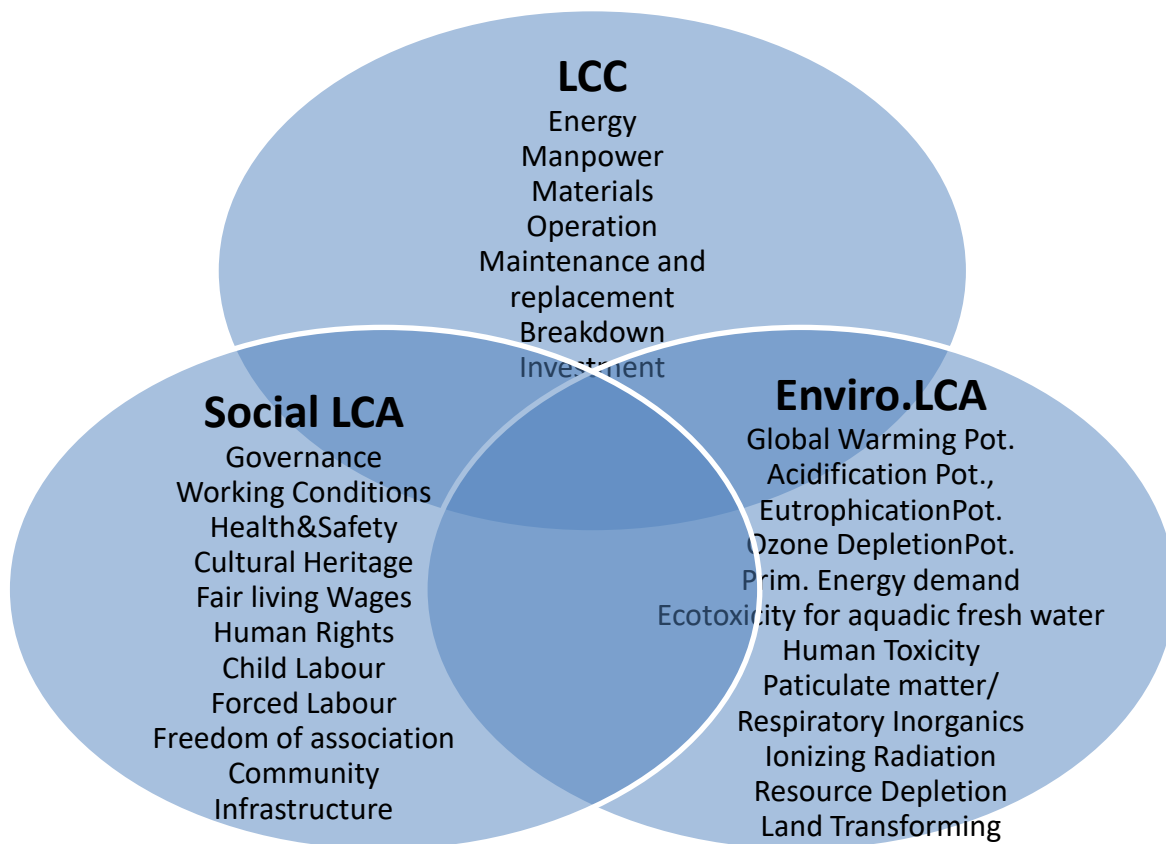


Abbildung 18, Umfang der Einflüsse die von LCA, LCC und SLCA⁸⁷

LCM wird über den kurzfristigen Geschäftserfolg hinaus eingesetzt und zielt auf langfristige Erfolge bei der Minimierung der umweltrelevanten und sozioökonomische Belastung ab, bei gleichzeitiger Maximierung des wirtschaftlichen und sozialen Werts.⁸⁸

⁸⁶ Reb15, p. 3

⁸⁷ Bar15, p. 162)

⁸⁸ Reb15, p. 4

Somit kann auch einem Kraftwerk noch etwas positives abgewonnen werden, wenn der ökologische Fußabdruck kleiner wird.

3.2 Life-cycle-costing (LCC)– Lebens-Zyklus-Kosten(-rechnung)

In Abbildung 16, Life Cycle Thinking, LCM, LCA, LCC ist die LCC (Life-cycle-costing) einer der drei betrieblichen Säulen der Nachhaltigkeit oder auch als eines der drei Ps: „People, Planet, Profit“⁸⁹ bekannt. Sie stellt die wirtschaftliche Betrachtung unterschiedlicher Sichtweisen von Lebenszyklen dar und liefert somit auch Entscheidungskriterien für die Unternehmensorganisation.⁹⁰

LCC ist ein entweder sehr umfassender oder nicht eindeutig definierter Begriff. Es kann ex ante einer zu treffenden Entscheidung in der Planungsphase, bei Investitionsalternativen oder Optimierung von Instandhaltungsstrategien angewendet werden. Aber auch eine analytische Betrachtung im Entstehen einer Anlage/ eines Produktes bei einer begleitenden Analyse der Lebenszykluskosten. Auch die Abgrenzung des betrachteten Kontextes ist unterschiedlich und kann ganz spezielle Bereiche betreffen.

Instandhaltung bzw. Assetmanagement traditionell betrachten das Asset, hier als Produktionsmaschine, losgelöst vom Kontext seiner Interaktionen mit dem Umfeld. Die monetäre Bewertung erfolgt mit dem LCC (Life cycle costing). Das LCC kann aber auf verschiedene Betrachtungsweisen oder Objekte, über alle Lebensphasen oder nur Teile davon, angewendet werden.

⁸⁹ Reb15, pp. 3, 5

⁹⁰ Gün09

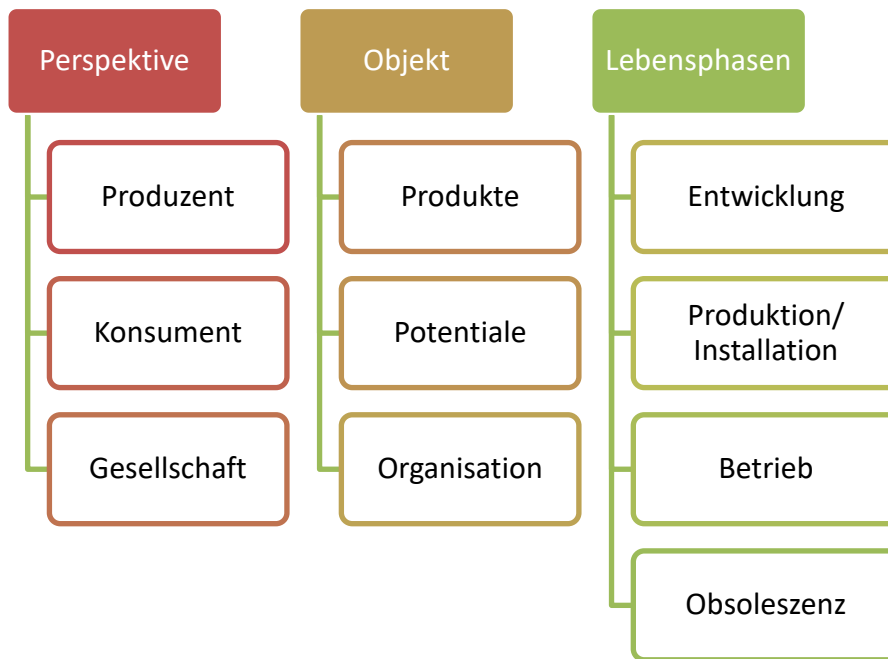


Abbildung 19, Dimensionen für LCC

In dieser DA ist das LCC vom Produzenten an seinem Produkt über alle Lebensphasen gemeint. Grundsätzlich kann es auch ohne finanzielle Indikatoren als eine Lebenszyklus-Aufwandsdarstellung aufgebaut sein, da die spezifischen Geldbeträge überall verschieden sind und damit zu unterschiedlichen Ergebnissen der Wirtschaftlichkeit führen, trotz der gleichen Wege, die das IH Personal zurücklegen muss.

Die Lebenszykluskosten beinhalten alle Kosten, die ein Objekt während seines Lebenszyklus verursacht. Sie werden phasenbezogen bzw. über alle Lebensphasen kumuliert abgebildet. Bei der Abbildung der Lebenszykluskosten ist insbesondere die Forderung nach Vollständigkeit zu erfüllen. Die Ansätze zur Abbildung der Lebenszykluskosten sind jedoch durch eigene Schwerpunkte gekennzeichnet, sodass sie teilweise einzelne Aspekte hervorheben und andere ausklammern. Diese Ansätze lassen sich durch unterschiedliche Ausprägungen der folgenden drei Kriterien und deren Kombinationen abgrenzen.:

- Objektauswahl
- Betrachtungszeitraum und
- Perspektive.

Die betrachteten Objekte können sehr unterschiedlich definiert sein. Grundsätzlich sind folgende Objekttypen festzustellen:⁹¹

- Produkte,

⁹¹ Gün06, p. 36

- Potenziale und
- Unternehmungen bzw. Organisationen.

Diese Objekte lassen sich noch weiter differenzieren, z. B. können die Produkte nach dem Aggregationsniveau (Einzelprodukte oder Produktarten) unterschieden werden. Beispiele für die Potentiale sind Anlagen, Technologien oder Lieferanten- und Kundenbeziehungen. Unternehmungen gewinnen vor allem im Bereich der „Merger and Acquisition“ als Objekt einer Lebenszyklusbetrachtung an Bedeutung.

Es wird befürchtet, dass der Anteil der Instandhaltungskosten an den Gesamtkosten, in Zukunft, aufgrund der weiter steigenden Automatisierung weiter anwachsen wird. In der Design- und Entwicklungsphase werden 70 bis 85 % (>90%) der Gesamtkosten festgelegt, also beginnt die Instandhaltung bereits beim Designer.⁹² Hierbei helfen bewährte Standards und technische Regeln, wie zum Beispiel die VDI-Richtlinie 2884 „Beschaffung, Betrieb und Instandhaltung von Produktionsmitteln unter Anwendung von Life Cycle Costing (LCC)“. Hier wird auch final entschieden ob und wie lange eine Anlage instandgesetzt und gewartet wird. Eine ausführliche Beschreibung zum Obsoleszenz-Management findet sich in der VDI-Richtlinie 2882.⁹³

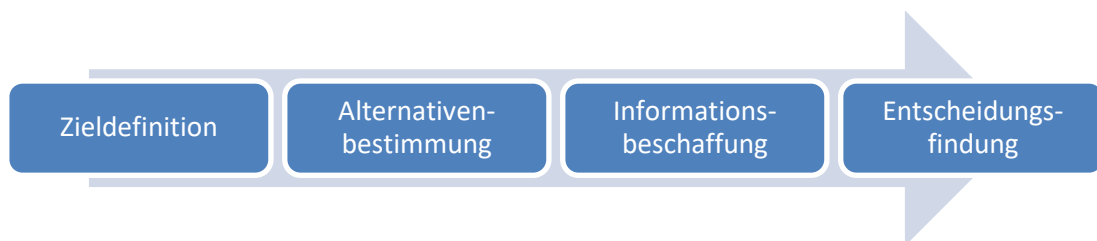


Abbildung 20, Prozess mit LCC⁹⁴

Die Darstellung des obigen Prozesses stellt die LCC-Herangehensweise dar. Bei der Zieldefinition gibt es Anwendungsmöglichkeiten einer LCC-Analyse bei der Suche nach Alternativen ...⁹⁵

- System- oder Produktszenarien
- Systeminstandhaltungskonzepten
- Servicekonzepten
- Systemkonfigurationen
- Zulieferern
- Produktionsverfahren

⁹² Hae18, pp. 381, 382; Gün06, p. 108; Rei18, p. XII; Hod18, pp. 135, 136, 137

⁹³ vgl. Rei18, p. XII

⁹⁴ vgl. Gün06, 2006, p. 51

⁹⁵ vgl. Gün06, 2006, p. 52

- Vertriebskanälen
- Logistikkonzepten
- Entsorgungskonzepten
- Managementkonzepten

Die Informationsbeschaffung ist in diesem Zusammenhang der schwierigste Teil, da die meisten Kosten in der Zukunft liegen. Aber ist die Informationsbeschaffung einmal abgeschlossen kann mittels z.B. der Kapitalwert-Methode die erforderliche Bewertung vorgenommen werden.

3.3 Live cycle assessment (LCA) – Die Ökobilanz

LCA (Life-cycle-assessment) oder auch Ökobilanz ist zu einem anerkannten Instrument der Bewertung von Ressourcen Verbrauch und möglichen ökologischen Belastungen geworden. Auswirkungen eines Produktes auf die menschliche Gesundheit im Zusammenhang mit dem gesamten Lebenszyklus von Produkten, Prozessen und Aktivitäten⁹⁶ sind derzeit nicht bekannt. Die Überlegung ist eine umfassendere als das LCC. Es wird grundsätzlich bereits die Planungs- und Entwicklungsphase aber auch die Rückbauphase in die Betrachtung einbezogen durch Erstellung eines Inventars der relevanten Energie, des Materials, des Wassers und der Umweltauswirkungen.

Die Ökobilanz kann helfen:⁹⁷

- beim Aufzeigen von Möglichkeiten zur Verbesserung der Umwelteigenschaften von Produkten in den verschiedenen Phasen ihres Lebensweges;⁹⁸
- zur Information von Entscheidungsträgern in Industrie, Regierungs- oder Nichtregierungsorganisationen (z. B. bei der strategischen Planung, Prioritätensetzung, Produkt- oder Prozessentwicklung oder entsprechenden Neuentwicklung);⁹⁹
- beim Auswählen von relevanten Indikatoren der Umwelteigenschaften einschließlich der zugehörigen Messverfahren, und¹⁰⁰

⁹⁶ vgl. Reb15, p. 3; Pas21, pp. 1, 2

⁹⁷ vgl. Nor06, p. 7

⁹⁸ vgl. Nor06, p. 7

⁹⁹ vgl. Nor06, p. 7

¹⁰⁰ vgl. Nor06, p. 7

- beim Marketing (z. B. beim Implementieren einer Umweltkennzeichnung, beim Treffen einer Umweltaussage oder beim Erstellen einer Umweltdeklaration für ein Produkt).¹⁰¹

So zeichnete sich die Entwicklung von vier Hauptphasen, anscheinend anlehnend an das bewährte LCC-Schema, für die Erstellung einer Ökobilanzanalyse ab, die seit 2000 in den internationalen Normen DIN EN ISO 14040 – 14043 festgehalten sind und ausführlich beschrieben werden.

- 1. Zieldefinition (Goal Definition and Scoping)
- 2. Sachbilanz (Inventory Analysis)
- 3. Wirkungsbilanz (Impact Assessment)
- 4. Auswertung (Improvement Assessment)

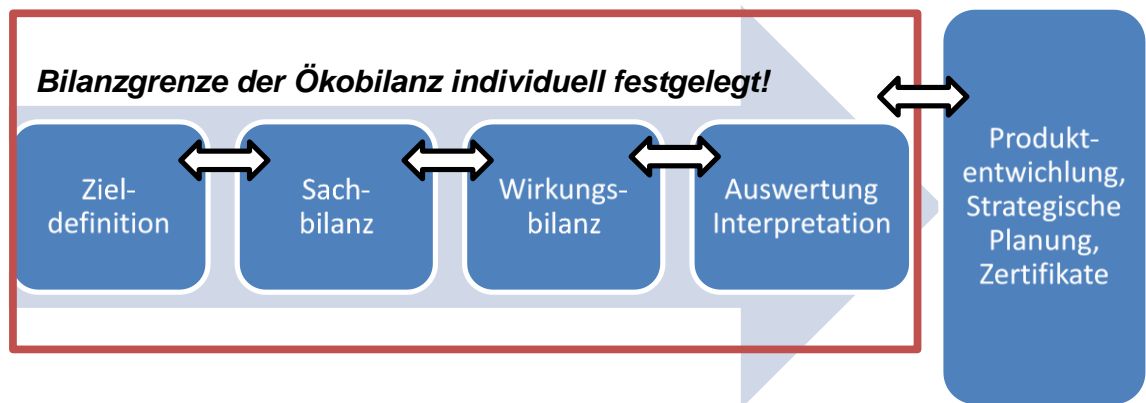


Abbildung 21, Entwicklung Ökobilanz¹⁰²

Wie in der Abbildung 21, Entwicklung Ökobilanz erkennbar, stehen alle Teilbereiche innerhalb der vorher festgelegten bzw. festzulegenden Bilanzgrenzen miteinander in Wechselwirkung. Die Bilanzgrenzen sind hier insofern ein Problem, da bei leichter Veränderung der Grenzen völlig unterschiedliche Ergebnisse respektive Aussagen für die Gestaltung der Maßnahmen erzielt werden.

Bei entsprechender transparenter Umsetzung kann sich hieraus, abseits von wirtschaftlichen Parametern, ein Mehrwert in Richtung sozialer Akzeptanz bzw. bei Darstellung der Verminderung von umweltrelevanten Beeinträchtigungen eine Besserstellung bei Opportunitätskosten ergeben.

¹⁰¹ vgl. Nor06, p. 7

¹⁰² Pia21; Gün06, p. 87

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, dass Verfügungsrechte an Gütern¹⁰³ hier einen Sekundärvorteil bieten können. Ist die Verteilung von Verfügungsrechten nicht vollständig, d.h. es existieren Transaktionskosten, entsteht ein *trade-off* zwischen einer vollständigen Zuteilung und Durchsetzung der Verfügungsrechte (externe Effekte sinken, Transaktionskosten steigen) und einer verdünnten Verfügungsrechtestruktur (mehr externe Effekte, weniger Transaktionskosten)¹⁰⁴. Beispiele für staatliche Eingriffe zur Internalisierung von externen Effekten im Umweltbereich, die einen Vorteil als Ergebnis aus der Ökobilanz ableiten lassen, ist der Emissionsrechtehandel. Die Überlegung ist, dass durch die Zuteilung einer gewissen Menge an Emissionsrechten und der Bereitstellung eines Marktes für diese Rechte, die produzierenden Firmen über Verhandlungslösungen die Verfügungsrechteverteilung selbständig verändern bzw. optimieren.¹⁰⁵

3.4 CAPEX vs. OPEX

Instandhaltungsarbeiten sind, für gewöhnlich, Investitionen, die den laufenden Ausgaben zuzurechnen sind. Diese kurzfristigen Ausgaben sind Betriebsausgaben oder auch OPEX-Kosten. Dazu zählen auch Mietverträge oder Dienstleistungsverträge, wie sie mit Instandhaltungsfirmen gepflogen werden. Somit ist die Veränderung der OPEX einer Unternehmung nicht direkt mit einer Capex, also einer längerfristigen Investition gekoppelt.

CAPEX betrifft die mittel- und langfristige Planung einer Investition, die, bei einer Lebenszyklusbetrachtung, immer OPEX initiiert, wegen der erforderlichen Wartung und Instandhaltung, die so ein System erfordert.

Als Anbieter von Systemlösungen ist das Verhältnis von CAPEX zu OPEX ein relevantes Argument für einen Käufer. So kann eine teurere Lösung über die Lebenszeit betrachtet, günstiger sein. Wie in der folgenden Abbildung 22, Anlagenkostenvergleich LCC, LCA ersichtlich, kann die Entscheidung nicht ausschließlich an den Errichtungskosten festgemacht werden.

¹⁰³ Wik201

¹⁰⁴ Wik201

¹⁰⁵ Wik201

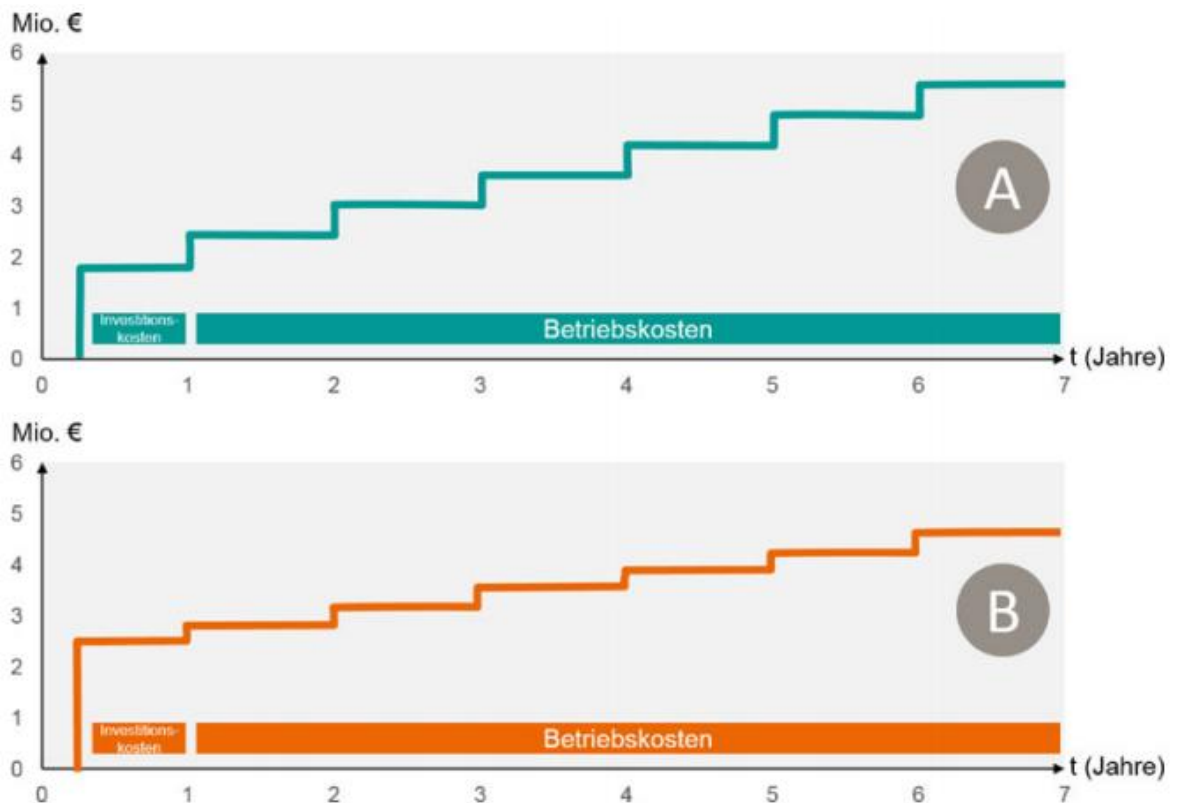


Abbildung 22, Anlagenkostenvergleiche LCC, LCA¹⁰⁶

Bei einer erweiterten Betrachtung, wie es mit einer Ökobilanz gemacht werden kann, können erhebliche Schief lagen in der Wahrnehmung, über Lenkungseffekte von Opportunitätskosten, korrigiert werden. Förderungen z.B. sind Lenkungsmaßnahmen zur Aussteuerung der freien Wirtschaft, anstatt einen Markt mit Zöllen zu schützen.

¹⁰⁶ Web18, p. 37

4 Aktueller Status

Die Kraftwerksbranche - wie auch die Schifffahrt - sind Bereiche, die in den letzten Jahren drastischen Veränderungen unterworfen waren und, angesichts der Klimaziele, zu denen sich die staatlichen und teilstaatlichen Entscheider bekannt haben, in den kommenden Jahren sich der Wandlungsprozess noch beschleunigen wird. Die reine fossile Stromproduktion wird durch erneuerbare Energien substituiert. Die verbleibenden Jahre des Betriebes dieser Kraftwerke mit fossilen Brennstoffen lassen die Betreiber über Einsparungen in allen Bereichen, wie auch in der Instandhaltung nachdenken.

Bei den Verbrennungsanlagen, die vorwiegend der Entsorgung von Abfall oder der Aufbereitung dienen, wird bereits versucht mit Datenaufzeichnung und Big Data Analysen in allen Prozessen, von der Verbrennung bis zur Emission über den Kamin, die Anlagen zu optimieren und Erkenntnisse für die Designverbesserung heranzuziehen. Diese Anlagen sind bereits in der Konzeption schon sehr gut instrumentiert und entsprechend überwacht. Vielfach sind auch schon selbsteinwirkende Prozesssteuerungen installiert, die Prozess- oder Brennstoffschwankungen selbsttätig aussteuern. Jetzt wird versucht über ganze Anlagen bzw. Anlagenflotten die Daten zu überlagern und somit die letzten verbliebenen Schwächen auszumerzen. Die Leitwarten sind schon teilweise bereinigt mehrere Energieanlagen in eine zentrale Warte zusammengelegt.¹⁰⁷

Die Rauchgasreinigungsanlagen, die für meine Aufgabe im Fokus stehen, sind von den Betreibern tendenziell noch nicht so wahrgenommen, da es meist der kleinere Teil der Anlage ist, der von Beginn nur Kosten verursacht und somit unter entsprechenden Auflagen errichtet wurde. Aber auch diese kommen jetzt in die Jahre und es gibt, aufgrund des sterbenden Wirtschaftsbereiches, kaum mehr Anlagenbauer, die hier über ein entsprechendes Wissen verfügen. Die sinkenden Grenzwerte für die verschiedenen Emissionen zwingen zu einer Anpassung oder Modifikation, um in der verbliebenen Laufzeit die Grenzwerte einzuhalten.

4.1 IIoT bei Brown-Field-Anlagen

Es gibt in den zu betrachtenden Anlagen teilweise Ansätze für den beginnenden Einsatz der Industrie 4.0. Allerdings sind diese sehr unterschiedlich und abhängig von den

¹⁰⁷ Bec181

individuellen Bewertungen der maximalen Einsparung. Dabei sind vorwiegend Bereiche betroffen, die eine Verringerung der Einsatz- oder Verbrauchsstoffe bewirken.

Als weiteres Betätigungsfeld ist die Reduzierung der Instandhaltungskosten der treibende Faktor für die Erhöhung der Automatisierung bzw. Überwachung. Dieser Überwachung ist bei großen rotierenden Teilen, wie Gebläse, schon sehr lange Standard. Diese sind aber bei der Errichtung bereits installiert worden und entsprechend mit Kabeln angebunden. Durch die Verbesserung der kabellosen Systeme besteht nun eine sehr einfache Möglichkeit diese Form des Monitorings in einer bestehenden Anlage auch bei kleineren Aggregaten, zu sehr geringen Kosten, zu installieren.

4.2 Demographische Personalstruktur

Die Anlagen, worauf in dieser Arbeit aufgebaut wird, betrifft die Rauchgasreinigungsanlagen, wie sie bei Kraftwerken und Verbrennungsanlagen, betrieben mit fossilen Energieträgern, eingesetzt werden. Die Schifffahrt als jüngster Teilbereich, benötigt zunehmend Rauchgasreinigungen. Beide Wirtschaftszweige folgen annähernd gleichen Bedingungen bezüglich der Lebenszeit oder besser demselben Anlagenlebenszyklus. Bei Schiffen kann, in Abhängigkeit des Einsatzes, der Anlagenlebenszyklus etwas kürzer ausfallen. Dies ist meistens den rauen Bedingungen und dem hoch materialzehrendem Umfeld geschuldet.

Die Energieproduktion ist, meist als staatliche oder teilstaatliche Betreiberstruktur, von Beginn an auf maximale Verfügbarkeit fokussiert gewesen. Die vertraglichen Korsette erzwingen uneingeschränkte Verfügbarkeit, weshalb diese Anlagen meist eine vollständige durchgehende Redundanz in den Anlagen aufweisen. Durch alternierende Betriebsweise wurden die Einsatzstunden annähernd gleich gehalten, um einerseits in kürzeren Abständen sich der Funktion oder allfälliger Schäden zu vergewissern, andererseits um die Jahres-Wartungen korrelierend einzutakten.

Diese, im höchsten Maße kapitalintensiven Anlagen, begannen frühzeitig, aus Kostengründen, mit der Instrumentierung der Anlagen, um die OPEX-Kosten zu reduzieren was meist in Personaleinsparungen mündete. Dabei werden, neben Prozessparametern, auch komponentenrelevante Daten in eine Leitwarte geführt. Diese Signale werden als Trends aufgezeichnet und erlauben eine Aussage über den Zustand von fast ausschließlich drehenden Teilen.

Die noch laufenden Anlagen sind mittlerweile an die 30 bis zu 60 Jahre im Einsatz. Die eingesetzte Technik wurde über die Jahre mit den steigenden gesetzlichen Auflagen nachgezogen. Die durch Material- und Medienberührung stetig der Abzehrung ausgesetzten Bereiche werden wiederkehrend ausgetauscht, womit hier nicht von alten Anlagen gesprochen werden kann. Selbst die Leittechnik der Anlagen wird in bestimmten Intervallen erneuert oder ersetzt. Dabei wird versucht den aktuellen Stand der Technik einzukaufen,

womit auch die Regelung der Prozesse aber auch das Monitoring von Teilsystemen stetig angepasst und erweitert wird.

Durch den kontinuierlichen Verbesserungsprozess von Systemen, die in ihrer Technik nicht mehr zeitgemäß sind oder wegen eigestellter/ausgelaufener Bauteile oder Anlagen wo keine Serviceaktivitäten mehr angeboten werden, verändert sich auch das verfügbare Angebot an Überwachungsmöglichkeiten, die letztlich einen mannlosen Betrieb ermöglichen.

Der Wandel der Instandhaltung zum Asset Management ist heute jedoch noch längst nicht bei allen diesen Anlagen angekommen, und die Unternehmen, die in den letzten Jahren Projekte und Maßnahmen zu setzen begonnen haben, sind noch im Prozess der Umsetzung. Dieser aktuelle revolutionäre Wandel der Digitalisierung mit seinen umfangreichen Herausforderungen setzt einen langjährigen, vielleicht auch kontinuierlichen Veränderungsprozess in Gang, der nahezu alle Bereiche eines Unternehmens umfassen kann.

Damit ist auch der Sachzwang einer Verjüngung der Belegschaft erforderlich. Die Instandhaltung hat, der Komplexität geschuldet, das erfahrenste Personal, dass, wie aus der Abbildung 23, Veränderung der Altersstruktur erkennbar ist, mit den Anlagen auch gealtert ist. Bei den aktuellen Herausforderungen der Digitalisierung ist aber das Anforderungsprofil, wie in „Der demographische Wandel – Qualifikationsanforderungen der Ausbildung“ beschrieben, stark verändert worden. Die Abbildung 14, Instandhalter zu Smart Service Manager zeichnet bereits den Weg vor. Die Digitalisierung braucht andere Fähigkeiten und die mechanische bzw. elektrische Fertigkeit wird zu einem angeleiteten Prozess, der mit zugekauftem Personal erfolgen wird.

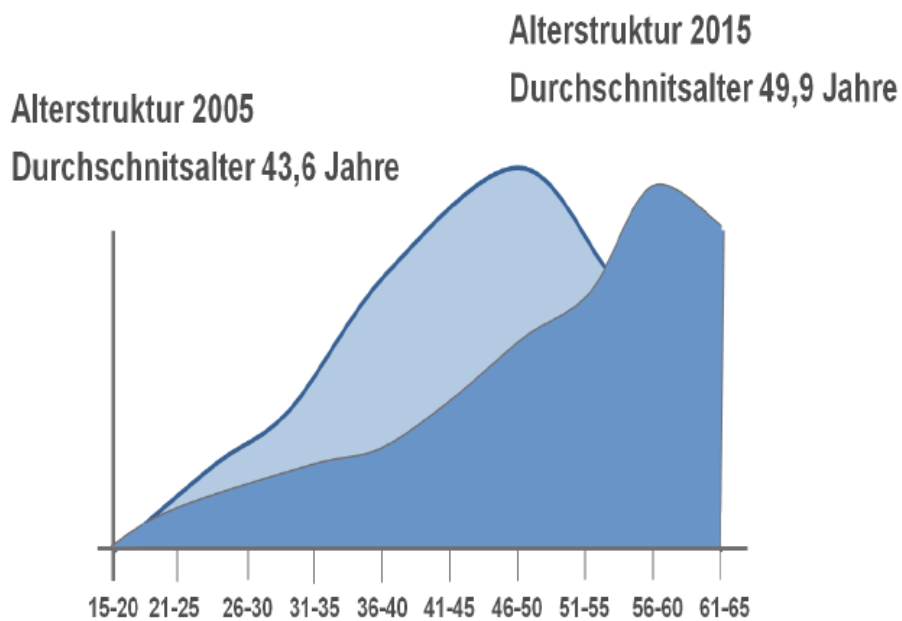


Abbildung 23, Veränderung der Altersstruktur¹⁰⁸

¹⁰⁸ Iso15

5 „Der Businessplan -Serviceabteilung“

Im Anschluss wird der Businessplan erarbeitet. Im Gegensatz zum klassischen Aufbau stellt das Executive Summary, welches in einem Businessplan als Kondensat der Information zu Beginn angeführt wird, die Zusammenfassung bzw. Schlussbetrachtung im folgenden Kapitel dar. Der Businessplan ist, aufgrund der vorliegenden Infrastruktur, nur auf die Maßnahmen für die Entwicklung einer Abteilung in diesem Bereich zugeschnitten, daher Teilbereiche wie Unternehmensgründung, Finanzierung, Organisation usw., die keine Relevanz haben, hier nicht behandelt werden.

5.1 Businessplan

Dieser Businessplan beschreibt die Aufgaben und Zielsetzung des neu einzurichtenden Bereiches „Service“ der mit Leistungen wie Dienstleistungen im klassischen Sinne, Ersatz- und Verschleißteilgeschäft einerseits beginnt, aber sich auch über die „Smart Services“ erstreckt, die hinlänglich unter IIoT zusammengefasst werden. Der Bogen der orchestrierten Leistungen spannt sich von der traditionellen bis zur modernen IH aber inkludiert auch die Erwartungen, die in Zukunft an die IH herangetragen werden.

5.1.1 Allgemeines

Vor ca. fünf Jahren wurde die Idee einer Abteilung unter der Bezeichnung „Retrofit & Service“ initiiert und zu einem Geschäftsmodell entwickelt. Der Anspruch an diese Abteilung war, kleinere Projekte, die an uns herangetragen wurden, in eine Abteilung auszulagern. Derartige Entscheidungen brauchen aber die Unterstützung des Managements, da nur so eine entsprechende finanzielle Ausstattung gesichert ist. Dieses Geschäftsfeld wurde, wegen der geringen monetären Volumina immer geringgeschätzt.

Der „Service“ in der Benennung wurde allerdings anfänglich als Dienstleistung gesehen. Erst mit der Überantwortung an mich haben sich auch die Ziele verändert. Der Überlegung der Dienstleistung ist dann auch die gesamte Ersatzteil- und Verschleißteil-Bewirtschaftung übertragen worden. Hintergrund war die Zusammenführung der mit den Projekten mitverkauften Ersatz- und Verschleißteile für den Gewährleistungszeitraum. Dieser Verkauf sollte dann über die folgenden Jahre als „After Sales Service“ aufgebaut werden, wobei man sich über die Strukturen, die hierfür erforderlich sind, keine Gedanken gemacht hat.

Die Veränderung der Wahrnehmung im Allgemeinen wo bzw. wohin wir uns aktuell bewegen ist in der Abbildung 24, Paradigmenwechsel dargestellt. Es ist der Fokus auf strategische Ausrichtung und langfristige Kostenoptimierung begründet durch erhobene Daten.

Diese Daten erlauben der IH zunehmend objektiviert und kontrolliert zu führen und ermöglicht, vielleicht ein Stück weit, auch ein Abrücken von der reaktiven IH.

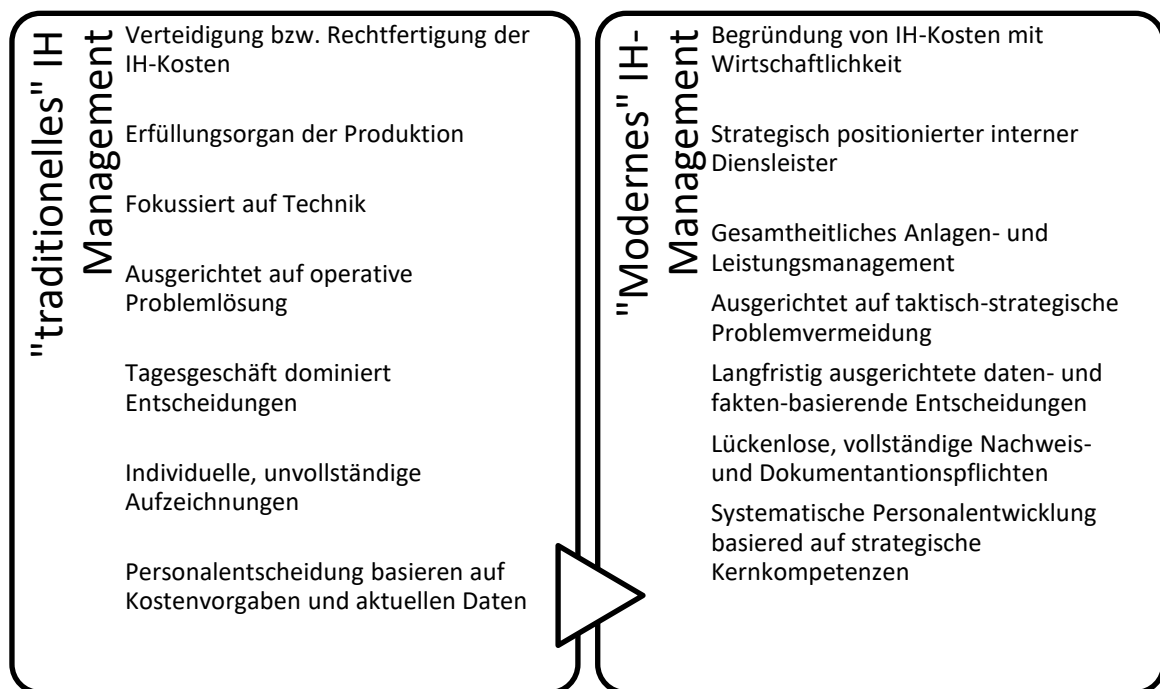


Abbildung 24, Paradigmenwechsel¹⁰⁹

5.1.2 Ziele und Strategie

„Wenn du nicht mehr weißt, wohin du gehen sollst, halte inne und schau zurück, woher du gekommen bist.“, sagt ein afrikanisches Sprichwort.

Im bisherigen Geschäft waren wir es gewöhnt Ausschreibungen zu bekommen, die alle Eventualitäten des Kunden aber auch darüber hinaus abdeckten. Der Service-Bereich lebt vom Kundenzugang, den wir in dieser Form nie gebraucht hatten. Auch der Vertrieb ist, mit Ausnahme einiger externer Mitarbeiter, nicht vorhanden.

Der Vertrieb bzw. die Akquisition von Aufträgen war durch äußere Umstände der jüngsten Vergangenheit nicht möglich bzw. wäre auch sehr kostenintensiv. Es fehlte somit die grundlegende Voraussetzung mit dem Kunden in Kontakt zu treten. Durch das Einsetzen einer webbasierenden Plattform als Kommunikationstool und Werbepattform, wie in Abbildung 28, Organisationsstruktur der Serviceabteilung als Schnittstelle zum Kunden dargestellt, kann diese Lücke geschlossen werden.

¹⁰⁹ Gün15

5.1.2.1 Die Ziele

Wie bereits unter 5.1.1 Allgemeines beschrieben, ist der Startpunkt mit den Ersatzteilen bereits gelegt. Die weiteren Zwischenziele einschließlich der Endausbaustufe sind in der folgenden Graphik Abbildung 25, Businessziele ersichtlich. Alle die genannten Systeme des „Smart Service“, sind bereits verfügbar bzw. müssen auf unsere speziellen Produktbedürfnisse noch individualisiert werden.

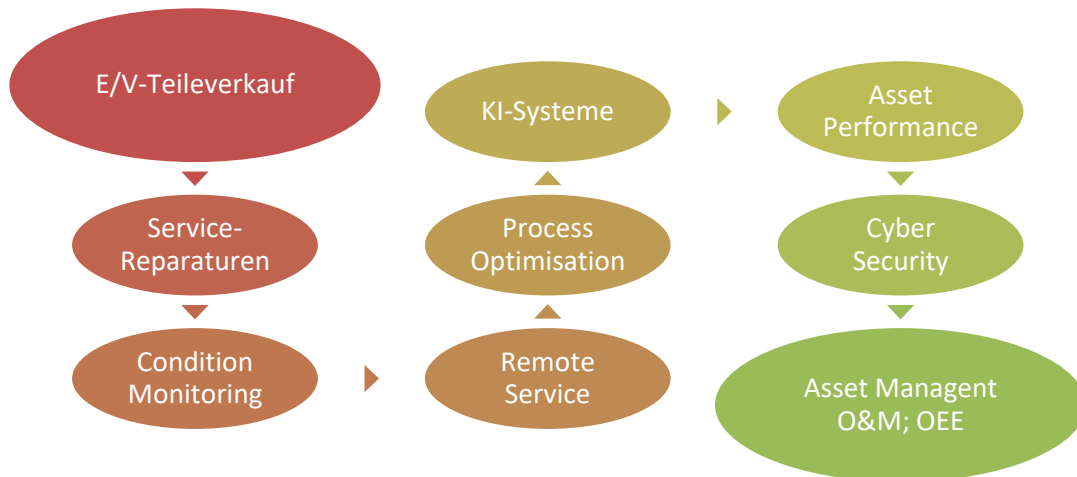


Abbildung 25, Businessziele

Assetmanagement und IIoT in Kombination mit dem Vorortservice ist der zukünftige Ersatz für die Vertriebschiene einschließlich der Kundenbeziehungen. Der Vertrieb muss bezahlt werden und ist bei den Verkaufspreisen zu berücksichtigen, das Service wird bezahlt und mit Information über neue Aufträge und Kundenbedürfnisse belohnt.

Das primäre Ziel ist das (Total) Asset Management für den Kunden in dem die O&M (Operation & Maintenance) von der neuen Abteilung gemacht wird und wir uns der Infrastruktur des Kunden bedienen. Es soll dabei ein Daten- und Knowhow-Pool generiert werden der nahezu überall Anknüpfungen erlaubt.

In Abbildung 26, Anknüpfungspunkte Service ist in der linken zur mittleren Spalte die Veränderung der Instandhaltung/Service dargestellt und in der rechten Spalte die möglichen unterstützenden Maßnahmen, die wir leisten könnten.

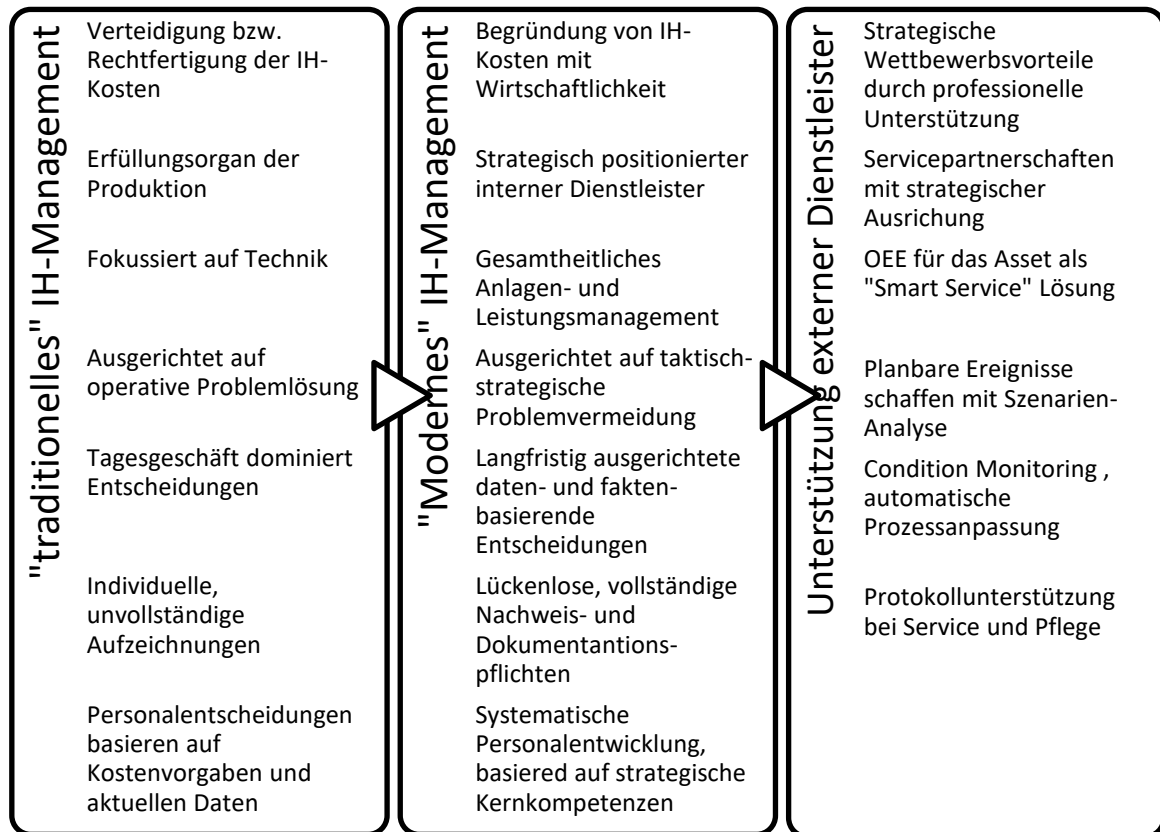


Abbildung 26, Anknüpfungspunkte Service¹¹⁰

Wachstum oder Konsolidierung sind die Maxime, die es zu beachten gilt. Bei der derzeitigen Situation von Altprojekten ist das Wachstum sehr überschaubar. Nachdem derartige Rauchgasreinigungsanlagen eine Realisierungszeit von ein bis vier Jahre haben und wir maximal zwei bis 4 Projekte, abhängig von der Komplexität, parallel umsetzen können, ist der Pool der Altanlagen, der beackert werden kann, sehr gering. Bei optimistischer Gesinnungslage könnte man von einer Anlage pro Jahr ausgehen, womit sich ein Umfang von 10 Anlagen ergibt. Hier ist so schnell kein Wachstum zu erwarten.

Ein weiteres Ziel ist die Unabhängigkeit von unserem Produkt. Das Portfolio ist eigentlich überall anwendbar, ausgenommen der Ersatzteile, womit sich ein beträchtliches Potential ergibt.

5.1.2.2 Strategische Ausrichtung

Inspiziert von den Firmen im „Silikon Valley“ sind disruptive Ansätze gefragt und, wie jüngst durch die Pandemie bestätigt, ziemlich krisenfest. Der Unterschied sollte aber darin bestehen, bestehende lokale Wertschöpfungsketten gleichermaßen zu nutzen. Die Ausrichtung erfolgt in Richtung Informationsgewinn und Knowhow-Pflege. Es sollen die

¹¹⁰ Gün15

Kompetenzen, die über die Jahre gewachsen sind, verwertet werden. Die Möglichkeit eines Geschäfts mit einer schlanken Organisation und einer Wertschöpfung durch Anbindung der vorhandenen Struktur die als Basis genutzt werden kann. Es kann zur Unterstützung von Auslastungsschwankungen im Anlagenbaubereich genutzt werden und bei Überauslastung können Kapazitäten temporär zugekauft werden.

Auch eine verstärkte Ausrichtung in Kooperationen zur Verfestigung von Marktpositionen, wenn es dem Kernkompetenzprofil entspricht, ist eine weitere Wachstumsmaßnahme.

5.1.3 (Total) Asset Management als Dienstleister – das Ziel

Nachfolgend soll eine Skizze für „Total Asset Management“ TAM umrissen werden, welches auf dem aktuellen Asset Management aufbaut und die wesentlichen Dimensionen eines solchen umfassenden Ansatzes beschreibt. Dabei werden nur wenige Aspekte aufgezeigt, die aktuell sind und es bleiben werden. Wesentlich in dem Modell des Total Asset Management ist, welche Schlüsselressourcen dabei von besonderem Interesse sein werden, für die Veränderung in der Zukunft.

5.1.3.1 Der ganzheitliche Ansatz

Das Konzept des Total Asset Management (Abbildung 27, Konzept des Total Asset Management) stellt einen allumfassenden Ansatz zur optimalen Nutzung und Verbesserung der (Produktions-) Anlagen eines Unternehmens dar. Ganzheitlichkeit („Total“) beschreibt dabei mit den folgenden Teilaspekten die mehrdimensionale Darstellung: ¹¹¹

- i. alle Phasen des Anlagenlebenszyklusses, von der Anlagenplanung bis zur Ausmusterung
- ii. alle beteiligten Leistungserbringer über den Anlagenlebenszyklus, von den Engineering-Dienstleistern, den Produzenten den Betreibern einschließlich der Service-Dienstleister
- iii. alle Organisations-Ebenen eines Unternehmens, vom Vertrieb, den Produktentwicklern die u. a. die Anlageninstandhaltung verbessern bis zur Geschäftsführung, die für die langfristigen strategischen Investitionen verantwortlich ist
- iv. alle Dimensionen eines strukturellen Wandels, umfasst technologische, organisatorische und der beteiligten Menschen betreffenden Belange mit all seinen wechselweisen Beeinflussungen (Mensch, Organisation und Technik, MOT-Ansatz)

¹¹¹ vgl. Bru18, p. 80

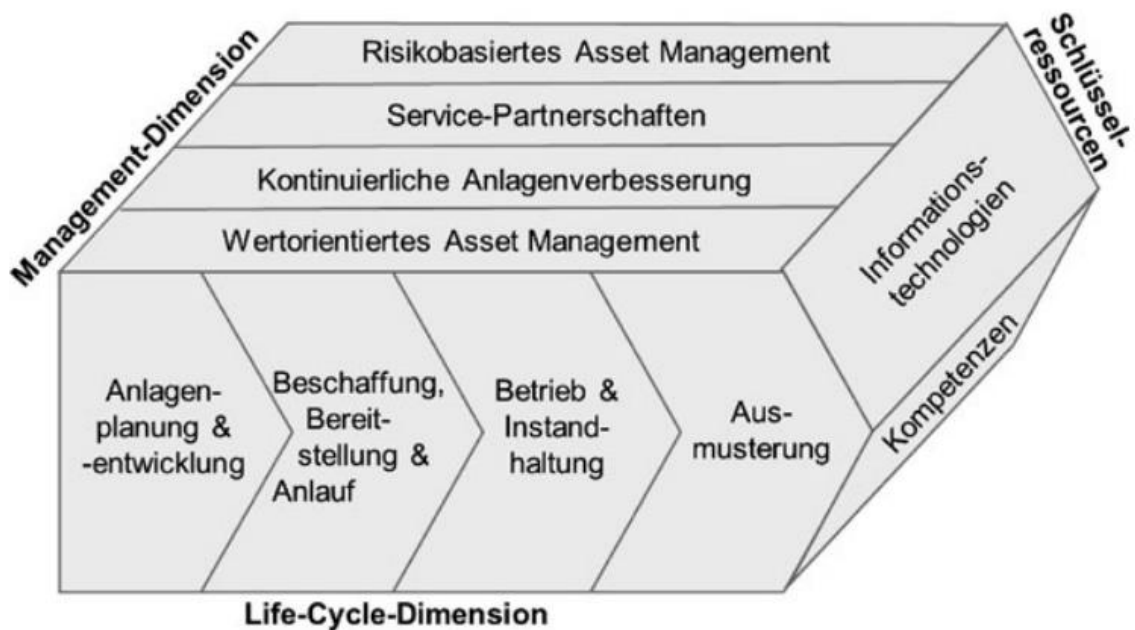


Abbildung 27, Konzept des Total Asset Management ¹¹²

5.1.3.2 Die Dimensionen des „Total“ Asset Management

Eine Dimension in Abbildung 27, Konzept des Total Asset Management stellt der Anlagenlebenszyklus dar. Die Anzahl und Benennung der branchenindividuellen Phasen ist unerheblich, relevant ist die Betrachtung von Maßnahmen in einer Phase und deren Konsequenzen auf den gesamten Anlagenlebenszyklus. Damit muss aber der Datenstrom quer über alle Disziplinen und Funktionsbereiche systemunabhängig die optimale Wertschöpfung der verketteten Anlagen zum Ziel haben. Somit kommt der Instandhaltung eine Schlüsselrolle zu und wird zur treibenden Organisationseinheit im Unternehmen. Sie ist Schnittstelle und interagiert mit allen Beteiligten im Anlagenlebenszyklus, vom Anlagenplaner bis zum Verwerter, vom Hersteller bis zum Betreiber, quer über alle Hierarchien.¹¹³ Das Bewusstsein für den gesamten Anlagenlebenszyklus und seinen Einfluss auf den Erfolg einer Unternehmung muss geschärft werden. Das Bewusstsein der Beteiligten, der Kenntnis der Interessen und Ziele untereinander und die Berücksichtigung dieser bei eigenen Entscheidungen, ist für die Bedeutung des Anlagenlebenszyklus die wichtigste Voraussetzung.

Ziel des Asset Managements ist die Maximierung des Werts respektive der Wertschöpfung von Produktionsanlagen (Assets), die zur Erreichung der strategischen Geschäftsziele eines Unternehmens notwendig sind.

¹¹² vgl. Bru18, p. 81

¹¹³ vgl. Bru18, p. 82

Die zweite Dimension ist das Management. Es beinhaltet die wesentlichen Management-Aspekte, die im Lebenszyklus einer Anlage erfolgskritisch im Asset Management sind. Die in der Abbildung 27, Konzept des Total Asset Management genannten vier Aspekte sind, neben vieler anderer Ungenannter, grundlegend:

- Wertorientierung:¹¹⁴ Eine Produktionsanlage bedeutet nicht Kosten, sondern repräsentiert einen potenziellen Wert zur Wertschöpfung. Alle Ziele des Asset Managements, auch Entscheidungsprozesse, orientieren sich immer am Streben zur Wertsteigerung einer Anlage. Durchgesetzt hat es sich bereits bei den Anwendungen der Methoden des Life Cycle Costing (LCC) oder des Total Cost of Ownership (TCO)¹¹⁵. So könnte ein möglicher Gewinn-Beitrag einer Produktionsanlage auch durch eine quantifizierte Bewertung des zu erwartenden Life Cycle-Profits herangezogen werden (Kreuzfahrtschiffe, die über Fonds finanziert werden und deren Erträge als Zinsen ausgeschüttet werden). Es können aber auch nicht monetäre Werte zu einem Vorteil verhelfen wie emissionsreduzierende Maßnahmen, die die Akzeptanz einer Produktion erhöhen.
- Kontinuierliche Verbesserungsprozesse samt Strukturen sind in vielen Unternehmen heute bereits eingesetzt und stellen somit keine Neuerung dar. Aber diese Verbesserungsbestrebungen sind oftmals wenig systematisch, kleinräumig in der Auswirkung und oft nur getrieben von den Ideen einzelner, einfallsreicher und intrinsisch motivierter Mitarbeiter des Unternehmens. Eine iterative und systematische Analyse der ständig wechselnden (Markt-)Anforderungen oder innovativer technologischer Entwicklungen im Hinblick auf mögliche oder sogar erforderliche Anpassungs- und Verbesserungspotenziale der eigenen Wertschöpfungsketten fließen nur selten in die Verbesserungsprozesse. Im Konzept des Total Asset Managements werden die bestehenden Ansätze, zu einem „Lean Asset Management“-Ansatz ¹¹⁶, der Vermeidung von Verschwendung als Leitvorstellung, vereint und über den gesamten Lebenszyklus einer Anlage betrachtet.
- Die bereits angesprochene wachsende Komplexität heutiger Produktionsanlagen, die mit der Industrie 4.0 weiter ansteigen wird und die Kernaufgaben meist nicht einmal tangiert, erzwingt Zusehens eine intensivere Einbindung von Herstellerservices und Industrieservice über den gesamten Anlagenlebenszyklus. Die Betreuung einer modernen Anlage durch eine interne Instandhaltungsabteilung erscheint immer weniger realistisch, da zu viele Spezial-Kompetenzen und Werkzeuge vorgehalten werden müssten. Mit der Häufigkeit wird die Einbindung von (externen) Serviceleistungen immer weniger von kurzfristigen, operativen Gesichtspunkten gekennzeichnet und verlagert sich wesentlich stärker auf langfristige, strategische

¹¹⁴ vgl. Bru18, p. 82

¹¹⁵ vgl. Bru18, p. 83

¹¹⁶ vgl. Bru18, p. 84

Sourcing-Entscheidungen mit Anlagenherstellern und Industrieservice-Unternehmen. Auf der Grundlage solcher strategischer Service-Partnerschaften können dann z. B. umfassende Remote-Services des Anlagenherstellers und Servicepartners konzipiert und umgesetzt werden, die nicht nur im Störfall, sondern kontinuierlich die Funktionssicherheit der Anlage überwachen und Verbesserungspotenziale identifizieren.¹¹⁷ Das wäre der Grundstein – ganz im Kerngedanken des Asset Managements – zu einer gemeinschaftlichen (Weiter-)Entwicklung der Anlage und begleitender Anlagenservices durch Hersteller und Betreiber (Co-Creation). Langfristig ausgewählte Industrieservice-Unternehmen mit ihrem spezialisierten Leistungsspektrum sind dabei feste Partner in diesem Konzept.¹¹⁸

- Eine systematische Risikobetrachtung und -beherrschung, entsprechend der ISO 55000, ist ebenfalls elementarer Bestandteil des Asset Managements.¹¹⁹ Risikobewusstsein ist stetiger Gradmesser bei Entscheidungen über den Anlagenlebenszyklus und sollte das Denken und Handeln aller Stakeholder beeinflussen. Systematische Planungs- und Kontrollmaßnahmen quer über alle Entscheidungsebenen des Asset Managements sollen sämtliche Risiken, welche von Betrieb einer Anlage ausgehen, auf ein akzeptables Maß für alle Involvierten halten. Im Konzept des Total Asset Management ist Risikomanagement nach ISO 31000 um jene des Asset Managements erweitert. In allen Phasen des Anlagenlebenszyklus sind risikogeleitete Entscheidungen erkennbar:
 - Investitionsentscheidungen sind mit TCO-Abschätzungen unterfüttert, um Risiken der Investition zu bewerten;
 - Instandhaltungsstrategien fußen mehrheitlich auf risikobasierten Inspektionen (RBI) für den Anlagenbestand
 - Systematische Anlagenverbesserung mit Mitteln der Produktionsoptimierung (RAMS-Analysen, FMEA, FTA, . . .);
 - Der Ausweitung der Lebenszeit dient ein proaktives Obsoleszenz-Management hinsichtlich der Verwaltung von Ersatzteilen oder Systemen, die zu kritischen Faktoren mutieren.
- Zu den Schlüssel-Ressourcen des Konzepts werden nun die verbindenden und vernetzenden Informationstechnologien entlang des gesamten Anlagenlebenszyklus. Es ist eine Voraussetzung, allen Beteiligten die erforderlichen Informationen, unabhängig von Systemen, für intensive Kooperation und Kommunikation zu gewährleisten.¹²⁰

Damit sind auch umfassende, interdisziplinäre Kompetenzen der Führungskräfte

¹¹⁷ vgl. Bru18, p. 84

¹¹⁸ vgl. Bru18, pp. 84, 85)

¹¹⁹ vgl. Bru18

¹²⁰ Bru19

und Mitarbeiter erforderlich. Das Arbeiten wird für alle Akteure von hoher Komplexität bestimmt, sowohl betreffend die Assets als auch infolge der erweiterten Aufgabenprofile. Alle Involvierten müssen dabei ein ausgeprägteres Verständnis für die Auswirkungen ihres Handelns über den Anlagenlebenszyklus entwickeln (Life Cycle Awareness). Moderne Kompetenzprofile für Berufsbilder die von einer hohen Interdisziplinarität über die verschiedenen Phasen im Anlagenlebenszyklus geprägt sein werden.

- Je nach dem Grad der Globalisierung werden Kommunikations-, Sprach- und interkulturelle Kompetenzen an Bedeutung gewinnen. Neben funktionsspezifischen Qualifizierungen von Spezialisten zu einzelnen Phasen des Anlagenlebenszyklus werden verstärkt, besonders für kleine Projektvolumina, generalistische Qualifizierungen für Asset Manager erforderlich sein. Diese Asset Manager betreuen über den Anlagenlebenszyklus das Asset und fungieren als Integratoren der funktionsspezifischen Spezialisten. Infolge der wachsenden Komplexität und Systemvernetzungen derartiger Aufgabenprofile, ist mit einer Akademisierung in der Ausbildung der Beteiligten zu rechnen, was auch den erforderlichen demographischen Wandel erklärt.¹²¹

5.1.4 Kostenstruktur des Bereiches

Aufgrund der Konzernzugehörigkeit haben wir eine bestimmende Kostenstruktur für Projekte. Diese ist eine der treibenden Größen hier nach Lösungen und Strukturen zu suchen, um eine konkurrenzfähige Organisation zu erreichen.

Wie im folgenden Diagramm ersichtlich, ist die Kostenstruktur eine Schlüsselgröße bei der Gestaltung der Organisation eines Servicebereiches. Die Zahlen an der Ordinate stehen für Euro und Stunden mit logarithmischer Skalierung.

Bei einem großen Projekt mit 100Mio.€ wird ein Prozent des Gewinnes in Stunden umgewandelt und dabei ergeben sich 10.000 Stunden. Dies entspricht einem Vollzeitäquivalent von etwas mehr als fünf Jahresmitarbeitern. Bei einem eine Million Euro Projekt bleiben nur noch 100 Stunden übrig, was einer zweieinhalbwöchigen Beschäftigung entspricht. Es darf also nicht mehr viel passieren, um Fehler oder Planungsprobleme auszubessern. Der Stundenanteil ist bei kleineren Projekten im Verhältnis zwar höher, aber wenn es erforderlich wird Stunden im Projekt nachzukaufen, stößt man an diese Grenzen. Somit sind die kleineren Projekte erheblich riskanter, weil der Spielraum für Korrekturen geringer ist, die Probleme und deren erforderliche Maßnahmen aber von der Projektgröße nahezu unabhängig sind.

¹²¹ vgl. Bru18, p. 86

Umgekehrt ist zu erkennen welche Konsequenzen es auf die Personalstruktur haben kann, wenn der Gewinn um ein Prozent erhöht werden soll.

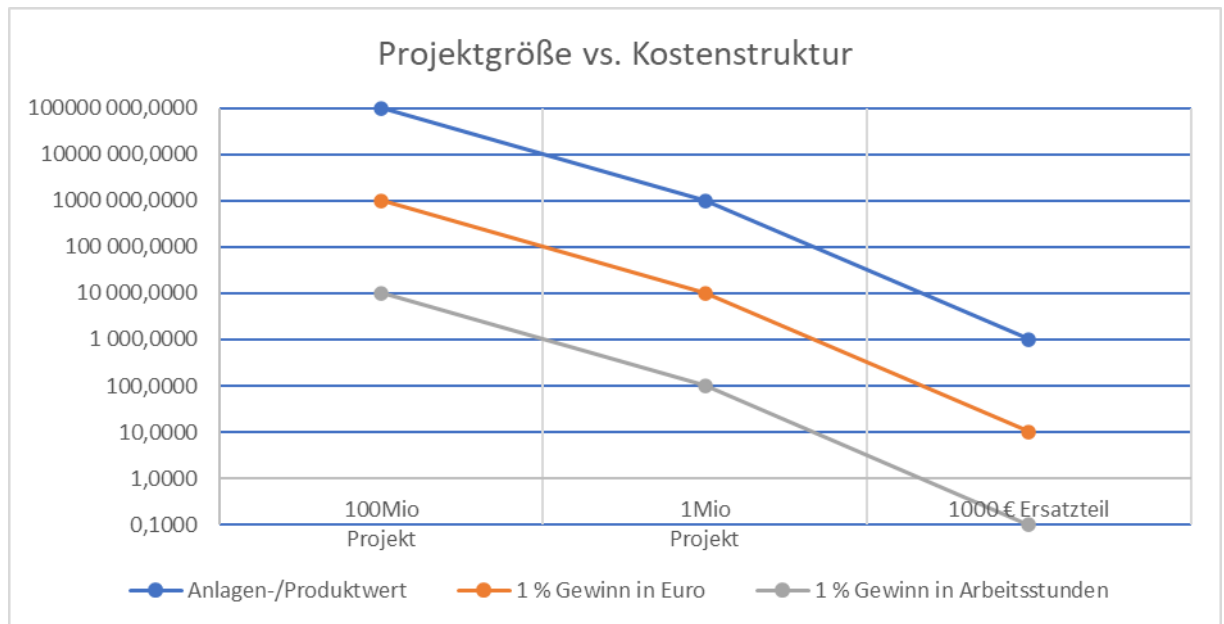


Diagramm 7, Projektgröße vs. Kostenstruktur

Bei einem Ersatzteil mit einem Wert von 1000 € bleiben nur 0,1 Stunden übrig für die Bearbeitung, womit wir bei sechs Minuten Arbeitszeit angekommen sind. In dieser Zeit ist keine wirkliche Bearbeitung mehr möglich. Hier ist somit ein vollkommen anderer Ansatz zu wählen.

Das kann bedeuten, dass sämtliche Prozesse automatisch und in vordefinierten Strukturen ablaufen müssen, oder eine Kalkulation auf Basis einer Evaluierung der tatsächlichen Bearbeitungszeit erfolgen muss. Hierzu sind die einzelnen Prozesse, alle die für die erfolgreiche Umsetzung erforderlich sind, nach tatsächlichem Aufwand zu bewerten. Auch für die Behebung von Problemen muss ein bestimmter Anteil oder Prozentsatz berücksichtigt werden.

5.1.5 IH-Dienstleister „Ja oder Nein“

Hintergründe einer solchen Entscheidung sind vielschichtig, aber es ist immer die Abwägung was stärkt die Ertragskraft einer Unternehmung mehr, die Eigenleistung oder ein Zukauf der gewünschten Leistung. Vorausgeschickt sei, dass die Instandhaltung eine Orchestrierung einer Vielzahl von Leistungen ist, die in ihrem Zusammenspiel eine Grundlage zur Erreichung der Unternehmensziele darstellen kann.

Die Frage lautet somit: *„Welche Komponenten des Leistungsumfanges können gegebenenfalls zugekauft werden“*¹²². Letztlich ist hier „Outsourcing“ das Gebot der Stunde. Die Varianten, Risiken, Abhängigkeiten und Strukturen in all ihrer Vielfalt haben alle ihre Berechtigung und sind in der einschlägigen Literatur ausführlich beschrieben. Hier sei nur darauf verwiesen, dass es meist um den Grad der Auslagerung, respektive Zukauf geht. Beim „totalen Outsourcing“¹²³ werden alle Leistungen von einem, womöglich strategischen, Dienstleister verrichtet, womit sich auch eine Abhängigkeit ergibt. Alle anderen Formen sind eine unterschiedlich starke Ausprägung von „partiellm Outsourcing“¹²⁴. Dabei bleibt ein verwaltender Teil im Unternehmen bestehen, der die Geschicke lenkt.

Eine speziellere Form des Outsourcings ist jene des „Business Process-Outsourcing“.¹²⁵ Dabei wird ein Teil der horizontalen Prozesskette, also eine vollständige Unternehmensfunktion, von einem Dienstleister in der vollen Fertigungstiefe übernommen. Damit wäre die Betreuung des Assets vollständig ausgelagert. Der Kunde kauft die Anlage samt der O&M und Assetmanagement über den vollständigen Produktionszyklus.

Mit IIoT werden auch die Geschäftsmodelle, die für IT und Infrastruktur entwickelt wurden, für die IH wie auch das Assetmanagement interessant. So z. B. das „Application Service Providing (ASP)“ oder auch „Application hosting“¹²⁶ wird dem Kunden über eine eigene Infrastruktur oder aber auch über eine kundenspezifische Infrastruktur (wenn diese aufgrund des bereits vorhandenen Umfangs für den Kunden günstiger ist) eine Software z.B. Optimierung einer Komponente auf Mietbasis angeboten. Die Software und alle Innovationen bleiben im Eigentum der Unternehmung, in dem Fall der Serviceabteilung.

Outsourcing ist immer eine Kostenentscheidung. Waren es vor Jahren die Rechenzentren, danach die IT-Bereiche aber auch Instandhaltung. Dabei werden scharf abgegrenzte Bereiche aus einem Unternehmen ausgelagert und durch Restrukturierung die Kosten gesenkt. Drei Ansatzfelder sind der Ursprung für die Kostensenkung:¹²⁷

- Konsolidierung
- Standardisierung und
- Reengineering

¹²² May04

¹²³ Her05, pp. 30, 31; May04, p. 20

¹²⁴ Her05, pp. 30, 31; May04, p. 26

¹²⁵ Her05, pp. 30, 31; May04, p. 41

¹²⁶ Her05, pp. 32,110ff

¹²⁷ Her05, p. 44)

Dabei wird unter Konsolidierung die Zusammenführung dezentraler Strukturen verstanden. Mit der Standardisierung werden die Anzahl der Systeme auf wenige reduziert, woraus als Sekundärnutzen die Wartungs- und Betreuungsaufwände vereinheitlicht und verringert werden.

Beim Reengineering werden die Prozesse nach Möglichkeit um jene mit geringer Wertschöpfung bereinigt, was zu einem „Streamline-Prozess“ führt.

Um Effekte zu erzielen hat McKinsey Modellrechnungen angestellt, womit bei einer 15% Kostensenkung beim Anwender der Outsourcing Anbieter nach dem Betriebsübergang die gleichen Leistungen um 60% der ursprünglich beim Anbieter entstanden Kosten erbringen muss! Solche Quoten können nur durch Nutzung von Skaleneffekten, bessere Auslastung und Straffung der Verwaltungsorganisation erreicht werden.¹²⁸ Es entspricht einem Umzug mit Wissen, ohne den Ballast mitzunehmen, bzw. ein Startup mit historischem Wissen für Etablierung maßgeschneiderter Strukturen (Business-Angel).

5.1.6 Eigenleistung vs. Fremdbezug – die Entscheidung

Entscheidungen für den Zukauf oder doch Eigenleistung sind meist monetär, z.B. bei finanziellen Engpässen, wirtschaftlichen Krisen oder strategisch getrieben, wenn die Qualität nicht zufriedenstellend ist. Wenn es im eigenen Unternehmen für bestimmte Leistungen keine Kompetenzen gibt oder diese nicht in entsprechender Zeit aufgebaut werden können, ist das Eingehen einer Partnerschaft oft der einzige Weg Knowhow zu gewinnen. Es besteht nicht der Anspruch alles selbst neu zu erfinden, wenn man sich die Leistung zukaufen kann. Auch die Entscheidung zwischen Capex oder Opex ist von Bedeutung. Zugekaufte Dienstleistungen können, in zeitlich begrenzter Form, als Opex sofort als Betriebsausgabe verbucht werden. Der Aufbau einer eigenen Abteilung erfordert Infrastruktur, die meist mit Capex, also langfristigen Investitionen, geknüpft ist.

5.1.7 Kriterien der Entscheidung

In der Literatur wird der Entscheidungsfindung kaum Bedeutung beigemessen, wobei dieser Prozess der eigentlich spannendste Teil ist. Hier werden Bahnen für die Strategie der nächsten Jahre festgelegt. Die Umsetzung ist fast ein Kochrezept und erfordert entsprechendes Projektmanagement mit einem multiprofessionellem Team dahinter.

Die Kriterien liegen dabei einerseits im eigenen Unternehmen, welche auch vom gesamten Management verantwortet werden müssen:¹²⁹

¹²⁸ vgl. May04, p. 11

¹²⁹ vgl. May04, p. 50

- Verfügbarkeit von eigenen Ressourcen
- Kompetenzen und Entscheidungsbefugnisse
- Kapitalausstattung
- vorhandene Assets
- prozessbezogene Risiken

... aber auch andererseits Außerhalb den Markt betreffend:¹³⁰

- Verfügbarkeit von Technologien
- Rechtliche Rahmenbedingungen
- Rechtlich-politische Restriktionen
- Marktbedingungen

Damit kann in Variationen der Serviceerbringung und der Inhalte gewählt werden.

5.1.8 Modelle der Entscheidung

Aufgrund der vorhin umrissenen Kriterien hat der Kunde seinerseits verschiedene Entscheidungsmodelle die, abgeleitet aus den Managementstrategien, zur Anwendung gelangen.

5.1.8.1 Das Kernkompetenzmodell

Dieses Modell geht von strategisch-logischen und kundenindividuellen Kriterien aus. D.h. jene Kriterien, die hinterfragen, ob eine Funktion zu den Kernfähigkeiten eines Unternehmens zählt oder nicht. Zu berücksichtigen ist, dass ein Mindestmaß an Kompetenz im Unternehmen verbleiben muss. Diese Schnittstelle, die auch die vertragliche Verbindung darstellt, dient als Bindeglied zwischen dem Dienstleister und den internen Interessensebenen.¹³¹

Ein geeignetes partnerschaftliches Management der kontrahierten Dienstleister versetzt den Kunden in die Lage, temporär angelegte Beziehungen zu wirklicher Wertschöpfungspartnerschaft zu leiten.

5.1.8.2 Das Ressourcen Modell

Basierend auf der Wertschöpfungsoptimierung sollen/dürfen nur Ressourcen im Unternehmen verbleiben, die Werte schaffen. Hier sind Fragen wie „Benötigt man gewisse Funktionen?“ oder „Wie ist die Marktverfügbarkeit bestimmter Leistungen?“, oder „Wie komplex ist die Verwaltung der Leistungserfüllung durch einen Dienstleister?“. Solche und

¹³⁰ vgl. May04, pp. 50, 51)

¹³¹ vgl. May04, p. 52; Her05, p. 18

viele weitere Fragen treiben bei diesem Modell die Abwägung für Zukauf oder individuelle Eigenleistung.¹³²

5.1.8.3 Das Transaktionskosten Modell

Bei abnehmender Markttransparenz gewinnt die Betrachtung von Transaktionskosten besondere Bedeutung. Basierend auf den Überlegungen von Roland Coase (Nobelpreisträger) werden die Effizienz verschiedener Transaktionsformen verglichen.¹³³ So z.B. werden die Transaktionskosten des Outsourcers jenen des Dienstleisters gegenübergestellt. Dieses Modell wurde speziell zur Lösung von „Make or Buy“ Entscheidungen entwickelt und basiert auf den generischen Eigenschaften von Assets und Ressourcen ab.

„Es beschreibt angemessene Wege zur Steuerung von Kunden-Lieferanten-Beziehungen. Ausgehend davon, dass beide Vertragspartner immer von unsicheren Informationen ausgehen müssen, werden sie jeweils opportunistisch handeln. Jeder wird den Vertrag zu seinem Gunsten interpretieren.“¹³⁴

Transaktionskosten sind alle direkten, aber auch indirekten Kosten die z. B. bei der Übertragung von Leistungen ankommen wie die Suche, Anbahnung und die Kontrahierung von Transaktionspartnern. Aber auch die interne Organisation, also alle beteiligten Ressourcen in der Unternehmung.

So sind Transaktionskosten vor Vertragsabschluss: Recherchekosten, Informationskosten, Verhandlungskosten; nach Vertragsabschluss sind zu berücksichtigen: Tauschkosten (Lieferkosten zur Zustellung der Leistung – Systeme (zur Datenübertragung), physischer Transport), Absicherungskosten (Zuckerbrot und Peitsche), Kontrollkosten (Reporting – Überwachung), Nachverhandlungskosten.¹³⁵

Als Bsp. sei die Einstellung eines Mitarbeiters genannt. Hier ist nicht nur der Arbeitnehmeranteil und der Arbeitgeberanteil, sondern auch der Aufwand für die Suche, die Verträge, der Rechtsbeistand, die Verhandlungen (Einstellungsgespräche), aber dann auch die Einarbeitungszeit und Unterstützung durch Mitarbeiter (Zeit!), die Ausstattung, der Büroplatz, die Infrastruktur, die Schulungen, uvm.

¹³² vgl. May04, p. 53

¹³³ Her05, p. 17; May04, p. 54

¹³⁴ Her05, p. 17; May04, p. 54

¹³⁵ May04, p. 53, pp. 55,56,57,58

5.1.8.4 Hinweis zu den Modellen

Es sind bei speziellen Aufgabenstellungen aber auch Fehlleitungen der Modelle nicht ausgeschlossen, weshalb der Kriterienkatalog entscheidend wird.

5.1.9 Markt und Wettbewerb

Der Markt, den die Abteilung betreuen soll, entspricht dem Tätigkeitsbereich der Division, also ein globaler Ansatz. Die Aktivitäten der Division sind global und sie unterhält Niederlassungen in China und Nord- wie Südamerika. Hinzugerechnet wird auch die Betreuung der Schiffe, die mit unseren Produkten ausgestattet sind.

5.1.9.1 Markt

Der Markt ist, wie Eingangs schon angeklungen, der Kraftwerkssektor und die Schifffahrt. Wie unschwer aus den Medien zu erfahren, ist der Kraftwerkssektor latent unter Druck geraten wegen der Dekarbonisierung. Somit ist ein Bereich ein sterbender Bereich bzw. könnte sich zu einer Nische entwickeln, da der Fokus sich auf andere Energieformen verlagert und es nur mehr wenige Spezialisten auf diesem Gebiet gibt. Dennoch ist das Umfeld schwierig und es braucht noch Zeit bis die neuen Technologien den Markt beherrschen.

Ein weiterer Sektor, zu dem sich das Geschäftsfeld verlagert, betrifft die Recycling-Anlagen bzw. die thermische Verwertung von Problemstoffen aller Art mit dem Anspruch der Kreislaufwirtschaft bzw. der Rückgewinnung von aufkonzentrierten Stoffen die sich bei der Verbrennung ergeben und in der Rauchgasreinigung über verschiedenste Prozesse abgeschlossen werden. Derartige Anlagen sind in ihrer Aufgabenstellung wesentlich anspruchsvoller als Kraftwerke. Die Lieferverpflichtungen für Energie in Form von Dampf oder Strom sind ähnlich jener der Kraftwerke, aber die Anlagenkonfiguration ist komplexer.

Abgerundet wird das Portfolio mit dem Schifffahrtsbereich, der, so unscheinbar er bislang war, wegen der erheblichen Beeinflussung der Luftqualität im Allgemeinen aber in den Häfen im Besondern, immer stärker in die allgemeine Wahrnehmung rückt. Dieser Markt ist ein völlig anderer als der Kraftwerkssektor. Obwohl es an die 100.000 Schiffe weltweit gibt und die Leistungen der Antriebsmaschinen sehr beachtlich werden können, wurde den eingesetzten Treibstoffen und deren Konsequenzen kaum Aufmerksamkeit geschenkt. Seit wenigen Jahren beginnt man über Grenzwerte nachzudenken und diese in örtlichen Hoheitsgebieten auch einzufordern. Für den langen Weg in internationalen Gewässern sind die Forderungen zwar erhoben aber die Durchsetzung ist nicht wirklich geregelt.

Der eigentliche Unterschied liegt an der nicht vorhandenen Lieferadresse! Schiffe sind bewegte Ziele, die auch gewartet werden müssen. Je nach Ladegut ist der Zustand aggressiv wechselnd. Fähren haben gesicherte Verbindungen zu Punkte am Festland, Rohstofftransporte, deren Ladung während dem Transport bis zu 20igfach gehandelt wird

kann das Ziel nur Tage vor dem Anlaufen eines Hafens bestätigen. Diese Ziele können tausende Kilometer voneinander entfernt und in unterschiedlichsten Ländern sein. Hier stößt man mit der Reaktionszeit sehr häufig an Grenzen.

5.1.9.1 Wettbewerb

Durch die Ausdünnung des Kraftwerk-Marktes ist hier eine kannibalisierende Situation unter den Marktbegleitern eingetreten. Die Preise verfallen und es ist zu einem Käufermarkt geworden. Eine Strukturbereinigung hat bereits eingesetzt und viele dieser Marktbegleiter haben sich bereits für eine Veränderung des Geschäftsfeldes entschieden.

Im Industriesektor der thermischen Verwertung ist die Zahl der Marktbegleiter überschaubar. Viele haben sich versucht aber die Aufgabenstellungen und die vertraglichen Konsequenzen bewirken eine starke natürliche Selektion.

Das kritische Kriterium ist die Größe der anbietenden Unternehmung. Sie hat direkte Auswirkungen auf die Preisqualität der Anbieter. Die Opex in einem Konzern sind größer als jene eines mittelständischen Unternehmens. Wiewohl die Beschaffung in größeren Dimensionen erfolgt und gewisse Vorteile bietet, sind die Reibungsverluste der Organisation nicht zu unterschätzen.

Die Schifffahrt ist wie eine geschlossene Gesellschaft zu betrachten. Es sind eigene Zulassungen erforderlich, und der Umgang mit dem Lieferanten ist grundlegend verschieden. Hier ist der Kampf um den Kunden spürbar. Nachdem wir diesen Markt erst betreten haben, ist die Akzeptanz, aufgrund der geringen Bekanntheit, eher bescheiden. Der Markt ist aufgeteilt und es erfordert somit jedes Bemühen, um eine positive Resonanz zu erhalten.

5.2 Das Geschäftsmodell

Gegenwärtig konkurriert die Maschine mit dem Menschen. Unter richtigen Verhältnissen wird sie dem Menschen dienen. Oscar Wilde (1854 – 1900)

Mit dem Aufsetzen der Strukturen für einen neuen Bereich ergibt sich die Möglichkeit, ähnlich wie beim Outsourcing, die Prozesse so optimal wie nur möglich zu gestalten.

5.2.1 Die Organisation / Struktur

Aufgrund des Kosten-Korsettes war die Überlegung die Prozesse so automatisiert wie möglich ablaufen zu lassen.

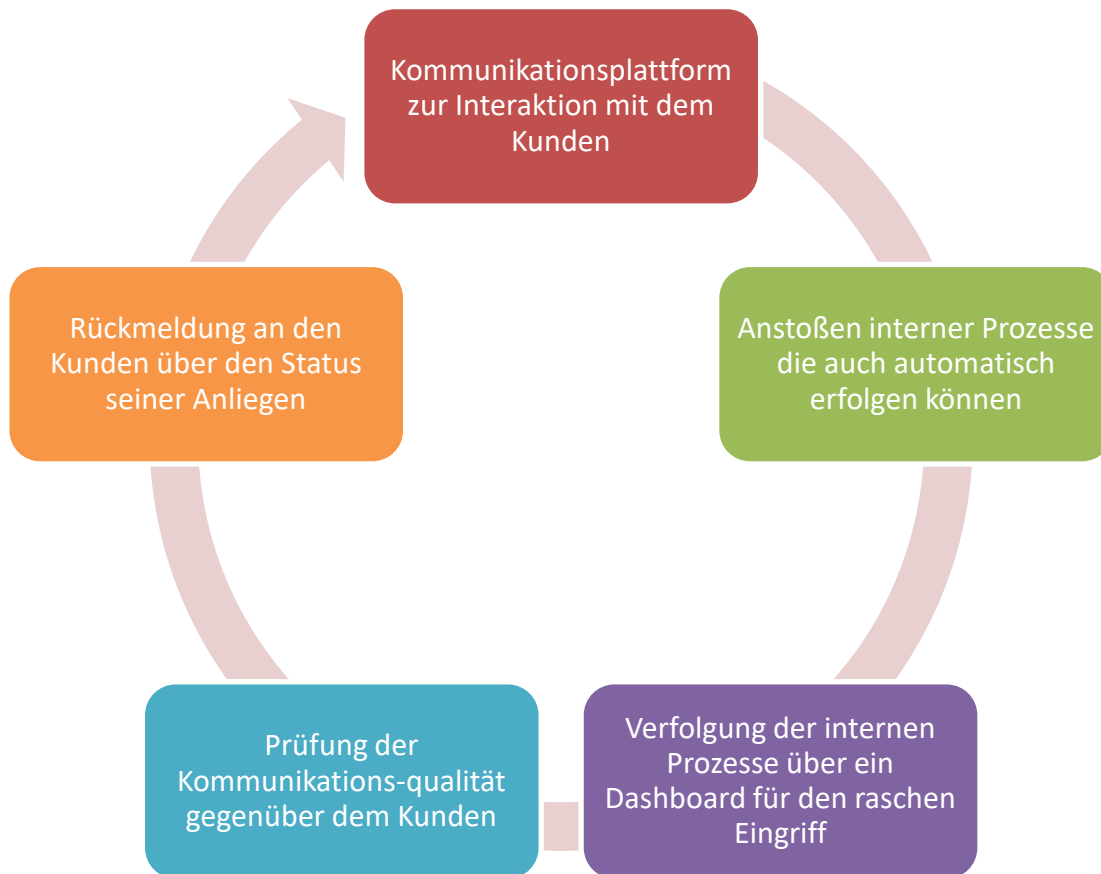


Abbildung 28, Organisationsstruktur der Serviceabteilung

Der Kunde soll, unabhängig von ihrem Standort, alle Leistungen abrufen und Probleme kommunizieren können. Je Nachricht wird Themenbezogen an den jeweiligen Bearbeiter weitergeleitet und soll so eine kurze Reaktionszeit ermöglichen. Parallel sollen aber auch alle kaufmännischen Belange angestoßen werden, die dem Auftragsabschluss und Verrechnung dienen. Der Kunde wird anschließend stetig über den Status der Bearbeitung informiert und bei Problemen kann eine direkte Abklärung zur Lösung erfolgen.

5.2.1.1 Management, Organigramm

Die Eingliederung der neuen Abteilung ist in Abbildung 29, Divisionsorganigramm vereinfacht dargestellt. Die Ansiedelung erfolgte in der Ebene der Bereichs- und Abteilungsleiter bzw. Geschäftsfeldverantwortliche. Der Serviceabteilung (vereinfachte Beschreibung von Retrofit & Service) ist eine Kundenkommunikationsplattform nachgeschaltet. Diese wird im nächsten Kapitel genauer erläutert.

Das Projektmanagement ist in beiden Linien gleich bezeichnet und eingefärbt. Damit soll dargestellt werden, dass hier auf die gleichen dahinterstehenden Personen zugegriffen wird. Dasselbe ist der Fall bei den technischen Abteilungen. Hintergrund für diesen Schritt ist nicht nur die Vereinfachung der Struktur, sondern auch die Vermeidung von Parallelstrukturen. Es soll das Wissen in den Abteilungen verbreitert werden und nicht die Zahl

der Abteilungen. Auf die Verteilung der Abteilungen global wird hier nicht weiter eingegangen.

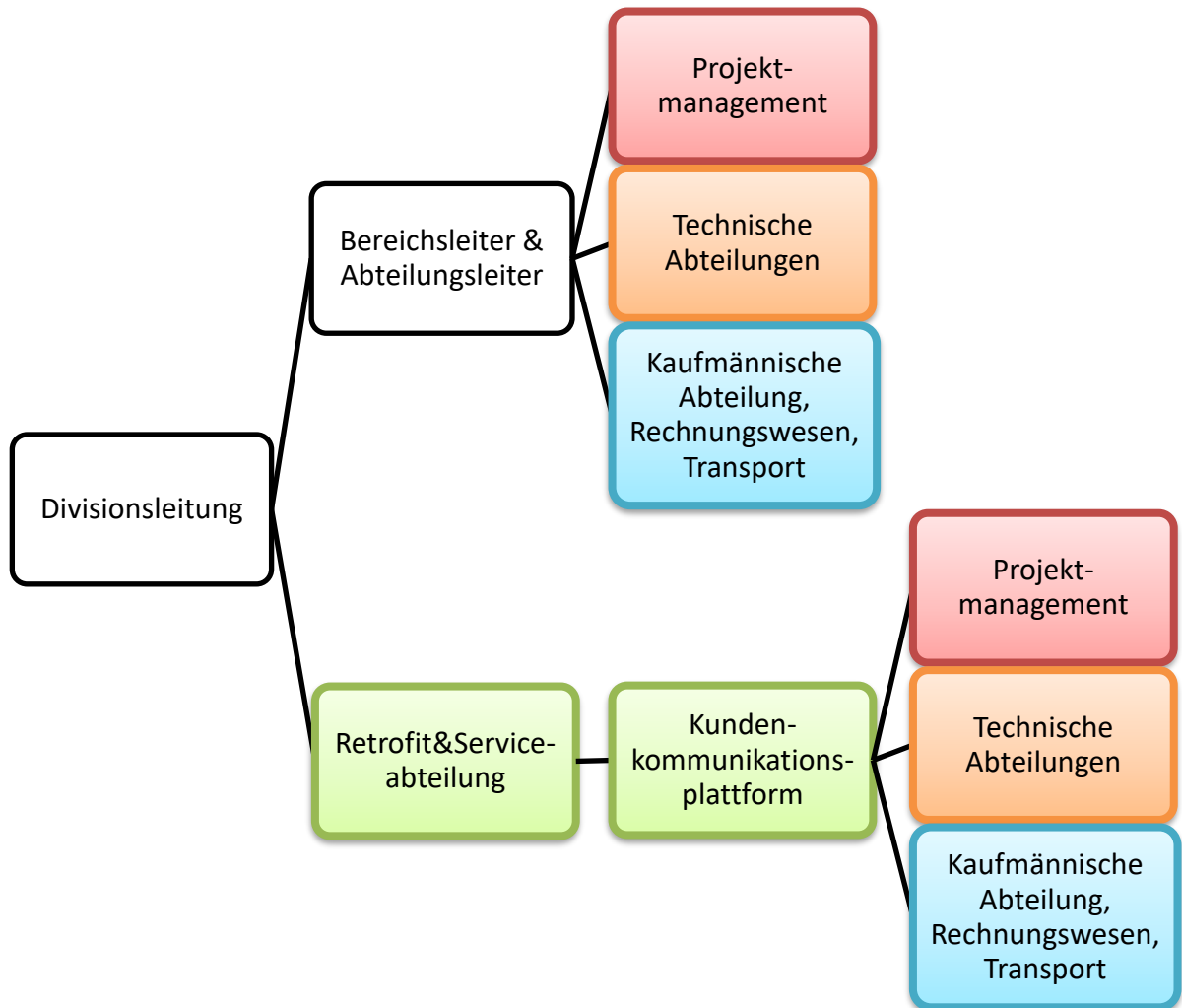


Abbildung 29, Divisionsorganigramm

Die Kommunikationsplattform für den Kunden ist der „Single Point of Contact“ und damit auch der direkte Informationsfluss zur Serviceabteilung. Allerdings soll nur die Information an die Serviceabteilung gehen, die Anfragen aber über die Plattform direkt an die verantwortlichen Personen in die jeweiligen Abteilungen durchgestellt werden.

5.2.2 Übersicht Geschäftsprozesse

In der Abbildung 30, SAP - Geschäftsprozess ist ein Ausschnitt aus dem SAP-Geschäftsprozess abgebildet, der im Bereich „Sales“ startet. Jedes Kästchen bedeutet eine Interaktion einer „Human Ressource“ mit dem System, um die geforderten Pflichtfelder zu befüllen. Der erste Prozess in der Ablauffolge ist die Anfrage des Kunden die bei einem Bearbeiter eingeht. Dieser ist meist nicht SAP firm und gibt es dann bereits bearbeitet und aufbereitet an jemanden, der des SAP-mächtigen weiter für die Systembefriedigung.

Wenn das dafür erforderliche Material noch kein Artikel im SAP ist, muss der Prozess über die Erstellung des Artikels im System vollzogen werden.

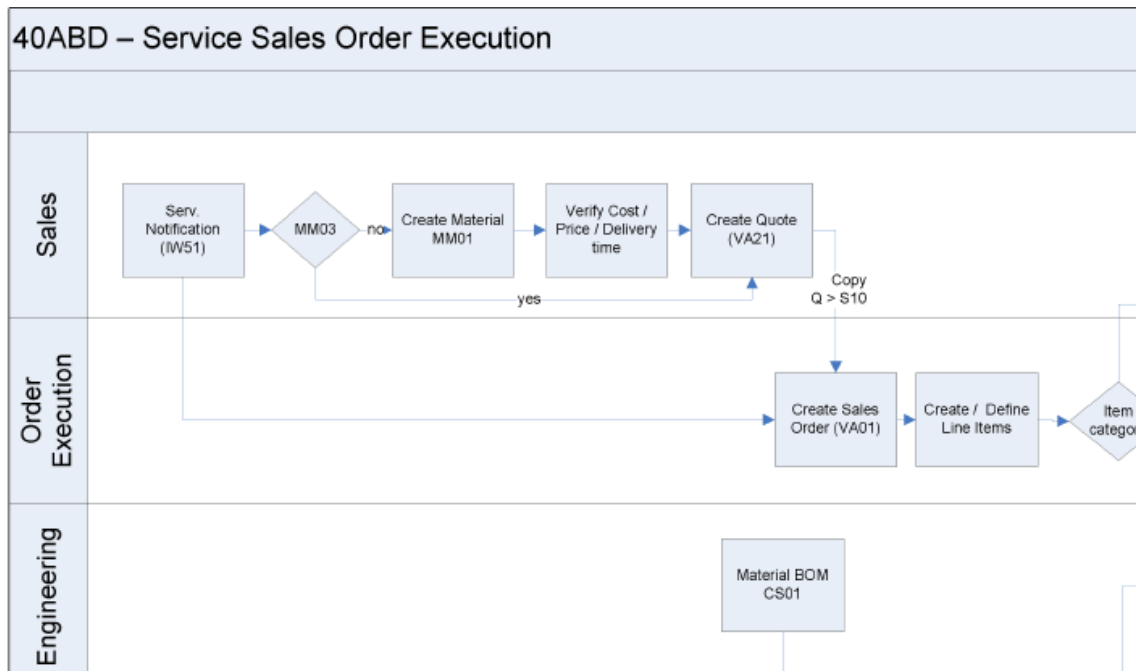


Abbildung 30, SAP - Geschäftsprozess

Die danach folgenden Prozesse entsprechen der typischen SAP-Struktur. Der gesamte Geschäftsprozess ist im Anhang zu finden.

Es müssen alle Prozesse, von der Kundenanforderung bis zur Auslieferung nach Möglichkeit einem Prozess folgen, der aber auch von einer Person überblickt und verfolgt werden kann. Bei aller Optimierung ist dennoch zu berücksichtigen, dass bei der Interaktion mit Lieferanten sich Probleme ergeben die einen Eingriff erfordern. Um hier rasch reagieren zu können ist es erforderlich den gesamten Prozess, mit allen Rückmeldungen der durchlaufenden Stationen, in einem bedienerfreundlichen Dashboard im Überblick zu haben.

5.2.3 Eigene Produkte vs. Kundennutzen

Bereits Ende des 18. Jahrhunderts beschrieb Adam Smith in seinem Werk „Wohlstand der Nationen“, dass die Spezialisierung der Mitarbeiter auf jene Bereiche, in denen sie das größte Können aufweisen, zu einer erhöhten Produktivität führt.

Daraus abgeleitet kann man sagen, in Abhängigkeit der Firmengröße und Organisationsstruktur und dem Leistungspotential der Unternehmung ist der mögliche Kundennutzen zu evaluieren. Dabei sollen die möglichen Anknüpfungspunkte für Geschäftsmodelle herausgearbeitet werden. Der Bereich, in dem ich das Service etablieren soll ist spezialisiert auf Anlagenbau in dem nur Engineering geleistet wird. Die Kernaufgabe ist das Prozessdesign. Um dieses herum werden geeignete Systeme spezifiziert und zugekauft. Auch die Baustellenleistungen werden vollständig zugekauft und von uns überwacht. Anschließend

wird darüber diskutiert, wie potenzielle Kunden beschaffen sein sollten, um strategische Partnerschaften überhaupt erst zu ermöglichen. Wie und wo können die derzeitigen eigenen Produkte und Leistungen für den Kunden einen Nutzen entfalten.

5.2.4 Nivellierung gegenüber der Zielkunden

5.2.4.1 Technisches Leistungsvermögen

Damit wird die Fähigkeit einer Unternehmung beschrieben, die über spezielle Mittel und Möglichkeiten verfügt, Produkte für sich und andere herzustellen. Ein Kraftwerk ist ein anlagenintensiver Industriebetrieb, der aus historischen Gegebenheiten meist über eigene Einrichtungen, wie Werkstätten, Materiallager, aber auch Personal verfügt, welches die Instandhaltung und Wartung unterhalten. Die steigenden Anforderungen durch die komplexer werdenden Einrichtungen, die Altersstruktur des Personals das neuen Technologien gegenübersteht, aber auch die punktuellen Einsätze beschleunigen eine Reduzierung der Fertigungstiefe in diesem Segment.

Damit werden zunehmend die profitablen Prozesse, auch Kernkompetenzen, verstärkt. Die vor- und nachgelagerten Prozesse wandern in Profit-Center oder zu Drittanbietern ab. Dieses Outsourcing (*Outside Ressource using*) führte zur Bildung von Netzwerken, innovativen Zulieferern von Teilen aber auch Dienstleitungen.

Bestimmte Aufgaben, wie der Austausch von Equipment zur Leistungssteigerung, sind meist für einen Instandhaltungsdienstleister nicht umsetzbar, aber auch das Kraftwerk verfügt nicht mehr über die Kapazitäten in mechanischer wie auch personeller Hinsicht. Hier besteht die Möglichkeit des Kundenzuganges als temporärer Erfüllungsgehilfe für die Kompensation des ermangelten technischen Leistungsvermögens.

Unserer Struktur wegen können wir, als Anlagenbaufirma für solche Aktivitäten anlanden, da wir das entstandene Defizit auf Kundenseite mit unserer Kernkompetenz temporär erweitern können. Ersatz von fehlenden Kompetenzbereichen des Kunden zur temporären Erbringung von Leistungen die wie Großinstandsetzungen, Revisionen, Neubau, Investitionen, Demontagen, Entsorgung, ... allerdings, bei manuellen Einsätzen, die dabei unvermeidlich sind, müssen wir uns der vorhandenen Struktur (Hands-on Servicepartner) bedienen können oder neue/zusätzliche Kooperationen eingehen.

5.2.4.2 Organisatorisches Leistungsvermögen

Unternehmungen können alles selbst abdecken oder sie lagern Teile aus, die sie nicht als ihre Kernaufgabe wahrnehmen. Diese Entwicklung kann auch eine Dimension erreichen,

in der eine Unternehmung nur die Vernetzung von Dienstleistern organisieren und strukturieren, ohne eine eigene Organisationsstruktur für ihr Produkt aufzubauen.¹³⁶

Hier wäre eine weitere Anknüpfungsvariante für die den eigenen Bereich, in dem ganze Organisationsteile oder Leistungsbereiche in andere Firmenstrukturen eingeflochten werden. Im Kraftwerkssektor ist es noch unüblich, aber hier könnte der Wareneinkauf für den gesamten Bedarf eines Kraftwerkes oder einem definierten Bereich übernommen werden. Auch das Projektmanagement von Innovationen aber auch Ersatz- und Austausch von Anlagenteilen, kann vollständig übernommen werden.

In der Schifffahrt ist meist der Eigentümer des Schiffes vom Betreiber des Frachtverkehrs getrennt. Das System ist vergleichbar mit einem Immobilienbesitzer, der seine Immobilie vermietet und der Mieter für den Betrieb und auch die Wartung aufkommt. In so einer Konstellation kann nur als strategischer Dienstleister, der die Wartungsbelange für sein Gewerk übernimmt, eine Wertschöpfungskette aufbauen.

5.2.4.3 Technologisches Leistungsvermögen

Alle unsere Anlagen für die Emissionsreduktion basieren auf chemisch-physikalischen Prozessen. Viele unserer Kunden bedienen sich eines externen Planers der grundsätzlich mit den Prozessen vertraut ist. Das eigentliche Wissen um den Prozess und die Auslegung einschließlich der Umsetzung liegt bei den Anlagenbaufirmen. Somit sollte es grundsätzlich sehr einfach sein hier einem Kunden Berater und Dienstleister zu sein. Allerdings setzt es hierfür eine gute Vertrauensbasis voraus. Nur allzu leicht ist der Dienstleister versucht gute Margen zu erzielen, was wiederum ein Kontrollorgan nach sich zieht.

Das technologische Leistungsvermögen ist zwar das eigentliche Kapital des Bereiches, aber dadurch die Anwendungsfälle sehr begrenzt sind – es wird auch nur ein schmales Marktsegment bedient – ist auch hier zwar Potential aber kaum wachsender Markt vorhanden.

5.2.4.4 Der Leistungsumfang

Um dem neuen Bereich eine, nach oben offene, Perspektive zu gestalten, soll der Bereich des Service in seinem Umfang des Portfolios erheblich erweitert werden. Zu den bereits im Kapitel 5.1.1 Allgemeines sind bereits in dem Umfang:

- Dienstleitungen
- Ersatz- und Verschleißteile

¹³⁶ May04

Die „Smart Service“ Produkte sind sehr unspezifisch umrissen und deshalb in der obigen Aufzählung noch nicht enthalten. Erweitert soll das Portfolio in folgenden Bereichen werden:

- Ausstattung (Hardware)
 - o Teile (ganze Bauteilgruppen) auch mit Montage
 - o Kundenorientierte Teile (individuelle Lösungen)
 - o Assistenz bei Umplanungen (Prozess oder Anlagenspezifisch)
 - o Ersatzteile als Ersatzbaugruppen
- Service (Dienstleistung)
 - o Wartung für eigene Produkte
 - o Wartungsorganisation für Komponenten unserer Anlagen
 - o Stillstand-Begleitung
 - o Risikoanalysen
 - o Studien bei Prozessproblemen – Alternativen Bewertung mit LCC; Capex/Opex
 - o Messkampagnen
 - o 24/7 Hotline für Störfälle
- Smart Services
 - o Condition Monitoring Systems
 - o Asset Performance
 - o Remote Service Assistance
 - o Spare Part Cataloge - Webshop
 - o Prozessoptimierung
 - o Smart Sensors
 - o OEE als SaaS – Lösungen über Cloud oder lokalem Server und Remote
 - o Asset remote Control für Anlagenfernbetrieb
 - o Dokumentation und Schulung von Mitarbeitern des Kunden

Der Umfang ist somit auch nicht mehr nur auf eigene Produkte beschränkt, sondern erlaubt auch die Problemlösung an Fremdprodukten oder branchenfremden Anlagen.

5.2.4.5 Technische Ausführung

Diese Frage steht am Anfang eines jeden IoT Projektes. Der Einsatz einer etablierten IoT Plattform verspricht erhebliche Kostenersparnisse und eine deutlich schnellere **Time To Market**. Durch die vordefinierten Architekturen hat man die Gewissheit, keine Anfängerfehler im prinzipiellen Setup zu begehen oder später wegen Sicherheitsprobleme aufzufallen.

Das Kundenportal wurde somit auf einer Firmen-Cloud als eine SAAS-Lösung mit einer bereits freigegebenen Software hergestellt und ist bereits „live“.

Die „Smart Services“, die bereits für einige Divisionen vorhanden sind, werden ebenfalls auf einer Cloud zur Verfügung gestellt.

5.2.5 Marketing und Vertrieb

Dieser Punkt wird im nächsten Kapitel aufgegriffen.

5.2.6 Chancen und Risiken

Dieser Punkt wird hier nicht weiterverfolgt, da die Entscheidung für diesen Marktzugang vom Management gewollt ist. Es ist eine Entsprechende Marktstrategie vorzulegen. Da der Konzern in mehreren Bereichen bereits erfolgreich Serviceabteilungen branchenspezifisch unterhält.

6 Praktischer Teil „Webauftritt“

Denn es ist zuletzt doch nur der Geist, der jede Technik lebendig macht.

Johann Wolfgang von Goethe (1749 - 1832)

Die erforderlichen Strukturen für eine Geschäftstätigkeit sind im Bereich vorhanden, wenn es nicht auf eine große Anzahl zu bearbeitender Aufträge ankommt. Der offene und ungeklärte Schritt in dem Geschäftsmodell ist eigentlich die alles entscheidende Frage: „Wer wird das System anstoßen und wie kann eine rasche Skalierbarkeit für den Kundenzugang erreicht werden.“

Nachfolgend wird, die Umsetzung des „Service Support Centre“ beschrieben, welches bereits „live“ für Kunden zugänglich ist.

6.1 Allgemeines

Auch bei den sonst so konservativen Industriezweigen, wie es die Kraftwerks- und Schiffsindustrie ist, hält die Digitalisierung langsam Einzug. Angefangen mit den Dokumentationen, welche in immer detaillierter Ausführung ausgebaut werden und direkt im Leitsystem abrufbar sind, bis hin zur Vernetzung mit mobilen Endgeräten aller Art. Letztere dienen meist der Beschleunigung der Abläufe für Instandhaltung und Wartung. Damit wird dem Knowhow Verlust, der durch den demografischen Wandel entsteht, entgegengewirkt. Aber auch Verkaufsplattformen, wie Amazon, Ebay, Alibaba, um nur einige zu nennen, werden auf die firmenspezifischen Bedürfnisse zurechtgeschnitten, und als Kommunikationsmittel für die diversen Branchen entdeckt. In diesem Kapitel soll die Erarbeitung und Umsetzung einer divisionsinternen Kommunikations- und Verkaufsplattform, die auch gleichzeitig einen Werbeträger dargestellt, aufgearbeitet werden.

Ziel ist die möglichst automatisierte Abwicklung von Geschäftsprozessen, soweit es das Unternehmen zulässt. Eine direkte Verknüpfung zum ERP System (SAP) ist nicht angedacht, es soll aber die Informationen an die richtige Stelle weiterleiten. Die bestehende Organisation wird entsprechend berücksichtigt, wie in Kapitel 5.2.1.1 Management, Organigramm bereits erklärt, um, ohne zusätzliches Personal, ein Geschäftsfeld zu erschließen und die Auslastung der Bestehenden Strukturen zu erhöhen.

6.1.1 Die Zielvorstellung

Die Vorstellung war eine Kommunikationseinrichtung zu schaffen, die folgendem Kriterienkatalog folgt:

- maximal vier primäre Wahlmöglichkeiten
- alle Geschäftsprozesse einer Serviceabteilung abdecken kann
- maximal drei „Klick“ bis zur finalen Wahl
- geringe Zutrittsschwelle
- Unterschiedliche Ansicht auf unterschiedlichen Endgeräten
- „Single Point of Contact“ weltweit für alle Geschäftsbereiche
- Universeller Einsatz quer über alle Projektphasen

6.1.2 Wahl der Plattform

Wie bei allen IT-Lösungen, ist die interne Zulassung, eine wichtige Voraussetzung. Der Pool an Möglichkeiten war somit sehr beschränkt. Ein weiterer Punkt war die Umsetzungsgeschwindigkeit und Skalierbarkeit des Systems. Diese sollte ohne großen zusätzlichen Aufwand und Kosten ermöglicht werden. Die Suche nach geeigneten Systemlösungen, derer es viele in einem Konzern unterschiedlichster Sparten und Geschäftsfelder gibt, hat sich sehr schwierig gestaltet. Es gibt Verbindungen zu indischen Partnerfirmen die speziell auf bestimmten Produkten arbeiten, aber auch mit Konzerninternen IT-Partnern. Zuletzt bin ich auf die vorhandene Mendix Low-Code Plattform gestoßen, die sämtliche genannten Forderungen entspricht. Hinzu kommt noch, dass die Programmierung selbst vorgenommen bzw. von mir erweitert und angepasst werden kann. Hieraus hat sich eine hybride Programmierung ergeben, in dem die betrieblichen Vorbedingungen im Programm-Setup eingearbeitet werden. Auf den Rumpf kann dann die individualisierte Programmierung umgesetzt werden.

6.1.3 Low-Code-Programmierung - Mendix

Je mehr Möglichkeiten die Technologie bietet, desto wichtiger wird das Streben nach Einfachheit.
© Hermann Simon (*1947)

Mendix ist eine Weiterentwicklung der objektorientierten Programmierung. Es erfolgt die Programmierung mit Fließbildsymbolen. In der Abbildung 31, Mendix Studio Pro ist ein Teil der Bildschirmansicht abgebildet wo ein Bereich gekennzeichnet ist der in Abbildung 32, Programmiersymbole vergrößert dargestellt ist. Mit diesen Symbolen und einer Vielzahl an Parametern wird der Code geschrieben.

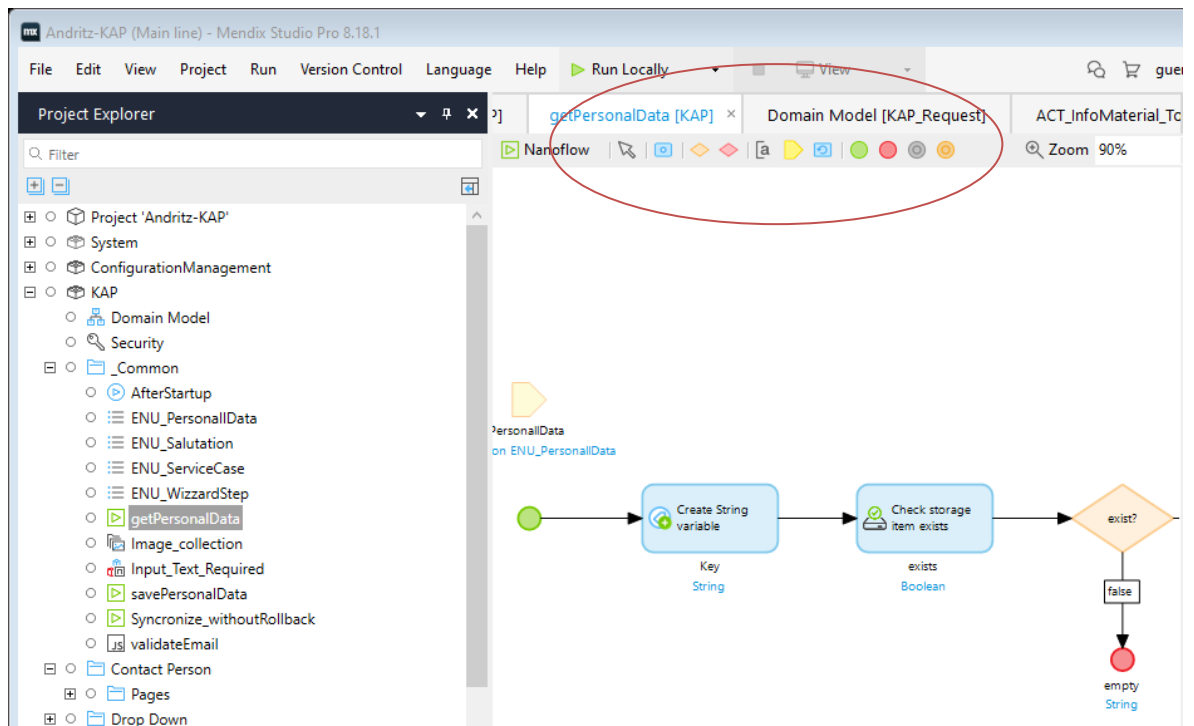


Abbildung 31, Mendix Studio Pro

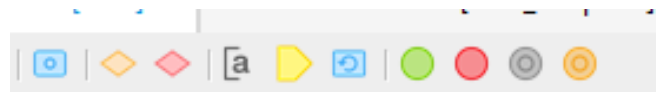


Abbildung 32, Programmiersymbole

Das Programm ist trotz des einfachen Aufbaues ohne entsprechendes Training nicht trivial, da es auch alle Möglichkeiten einer direkten Einflussnahme in den Code erlaubt. Aber man kann zweifellos rasche Erfolge feiern. Wenn es aber spezieller wird ist man wieder bei der Bewertung des Codes, der Definition der Variablen, der Zahlenformate, der Zeichenlängen, der Farben und den CSS – Befehlen.

6.1.4 Strukturplan der Web-App

Der Einstiegsbildschirm ist unterschiedlich für verschiedene Endgeräte. Ausgegangen wird von einem Mobiltelefon. Auf diesem sind nur vier Wahlpositionen, wie in Abbildung 33, Anfrageüberprüfung symbolisch dargestellt, vorhanden. Jede Wahlposition besteht aus zwei Bildern, wovon das erste Bild für die Präzisierung der Wünsche gemäß Überbegriff dient und das zweite Bild für die Eingabe der persönlichen Daten. Dabei sind bestimmte Eingaben als Pflichtfelder gesetzt.

Wenn mindestens alle geforderten Daten eingetragen sind kann die Anfrage versendet werden.

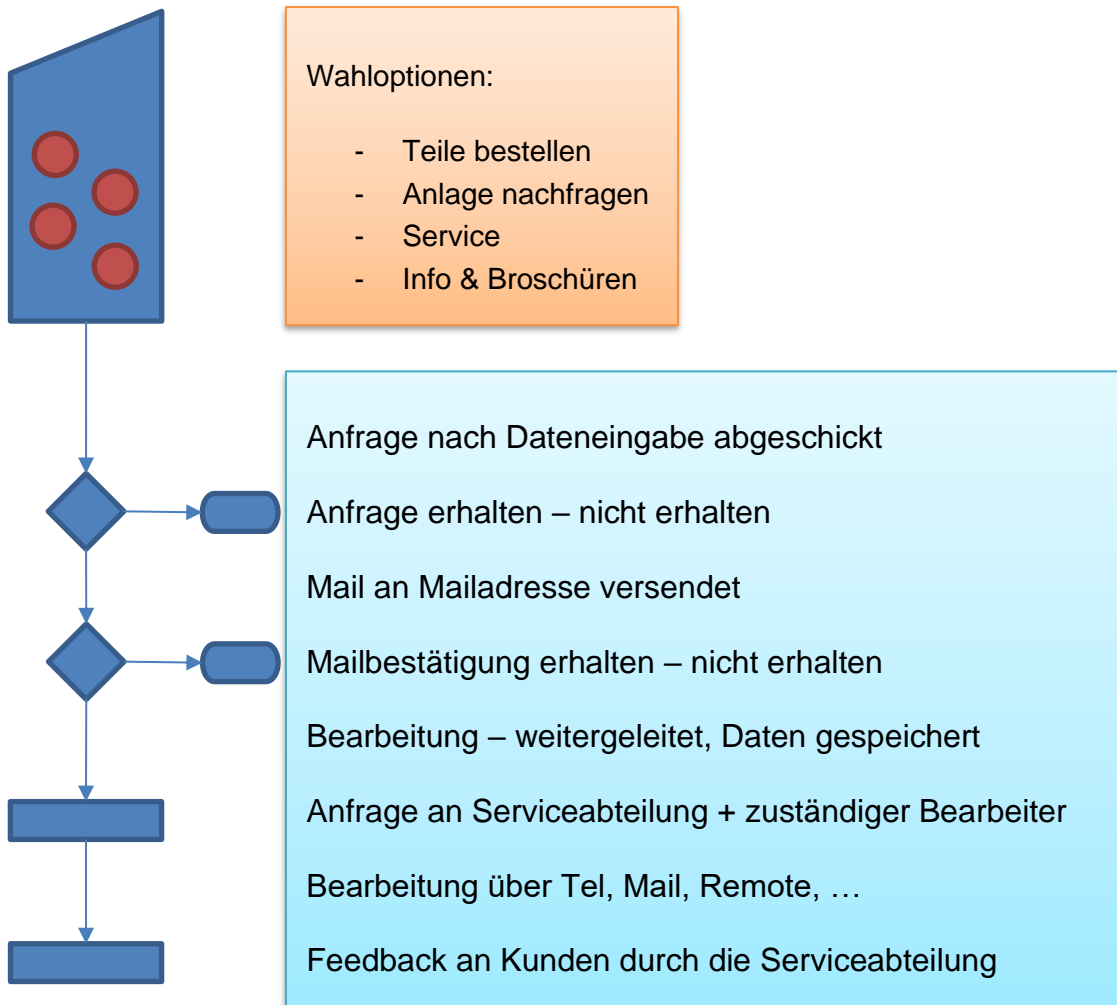


Abbildung 33, Anfrageüberprüfung

Das System ist mit einer Mailadresse hinterlegt, die eine automatische Antwort an die in der Anfrage versorgte Mailadresse zurückschickt. Erst wenn der Link in der übermittelten Mail geöffnet und die Adresse bestätigt wird, werden die Daten an die Datenbank zur Speicherung durchgestellt.

Die Eingangs verlangten Pflichtangaben, jeweils auf der ersten Seite, erlauben nun eine exakte Zuordnung der Daten zur betreffenden Anlage bzw. zum Bauteil bzw. Bauteilgruppe. Die Mailadresse des Senders dient, da bestätigt, als Korrespondenzanknüpfung. Im System wird die Anfrage an den jeweiligen Techniker/Bearbeiter auf Basis des Ordnungsbegriffes im Betreff weitergeleitet, mit Durchschlag an die Serviceabteilung.

Im Backend, das sind die Datensilos der Anfragen bzw. Datenlisten kann der Status abgefragt werden bzw. auch weiterführende Auswertungen über Datenexporte erfolgen.

6.2 Aufbau der Webseite

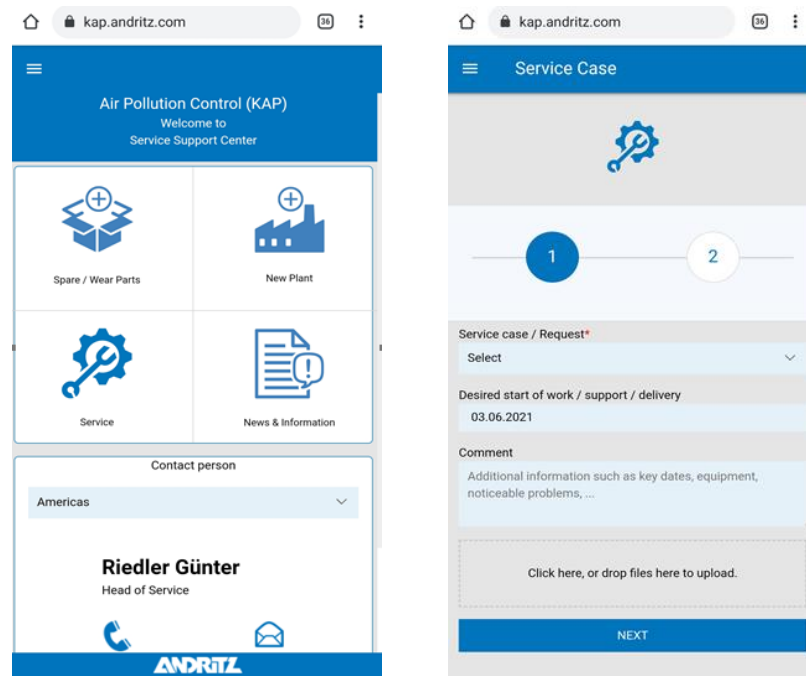
In diesem Kapitel wird der Aufbau der Kommunikation-Plattform bzw. „Single Point of Contact“ für den Endkunden beschrieben. Es soll nicht nur zum Austausch dienen, sondern mit den Daten auch eine Möglichkeit bieten den Kunden mit entsprechenden Informationen im eigenen Interesse zu versorgen.

6.2.1 Ablaufschema

Generell ist festzuhalten, dass die Funktionalität bei allen Wahlpositionen gleich aufgebaut ist, d.h. es gibt bei jeder Wahlposition zwei Bilder. Dabei werden beim Ersten die Themenbezogenen Daten abgefragt und auf der zweiten Seite die persönlichen Daten. Die Themenseiten sind nicht gleichartig in der Ausführung, da die Dateninteressen sich unterschiedlich gestalten.

6.2.1.1 Struktur für Mobiltelefone

In der Abbildung 34, Web-App am Mobiltelefon, Service gewählt ist das Erscheinungsbild der Webseite auf dem Mobiltelefon ersichtlich (links, erste Zeile). Exemplarisch ist hier der Servicebutton gewählt worden. Auf dem nächsten Bild (nach rechts) erfolgt die Abfrage der Basisdaten. Die Abfrage mit dem roten Stern ist eine Pflichtangabe. In diesem Menü ist der Servicefall zu definieren. Bei Berührung der Position öffnet sich ein Fenster mit den Optionen wie bereits oben beschrieben.



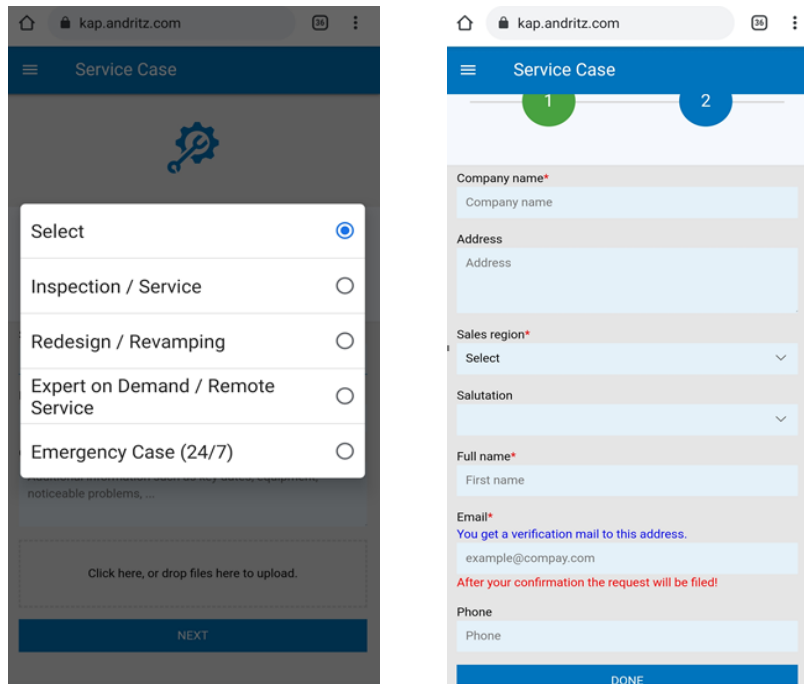


Abbildung 34, Web-App am Mobiltelefon, Service gewählt

Wenn die Auswahl erfolgt ist, springt es zur Eingabe der persönlichen Daten. Hier sind einige Pflichtfelder erkennbar. Bei der Mailadresse ist der Verweis auf eine Bestätigung vermerkt, damit der Benutzer über die weitere Vorgehensweise informiert wird. Wenn die Mail zur Nachfrage nicht erfolgt, werden die eingegebenen Daten auch nicht für die weitere Bearbeitung freigeschalten.

Aus Sicherheitsgründen gilt die Bestätigung nur für ein Monat. Damit wird verhindert, dass Personalwechsel unbemerkt bleiben bzw. die Daten sich über die Abfrage automatisch aktualisieren.

6.2.1.1 Struktur für mobile Endgeräte (Tablet) oder Monitor

Bei der Tablet- oder Bildschirmversion ist die optische Darstellung etwas anders gelagert. Hier wird neben den vier Hauptbereichen auch noch die Möglichkeit von direkt wählbaren Funktionalitäten eröffnet. In diesem Fall sind es 16 weitere Piktogramme, die für die Auswahl zur Verfügung gestellt werden. Die Pflege dieser Webseite obliegt mir und damit auch die Entscheidung darüber, welche Module oder Angebote ich für den Interessierten bereitstelle. Die Buttons sind teilweise mit Beschreibung bzw. mit automatischen Links für weitere Webseiten, die sonst für den Nutzer nicht so einfach auf der Homepage zu finden sind.

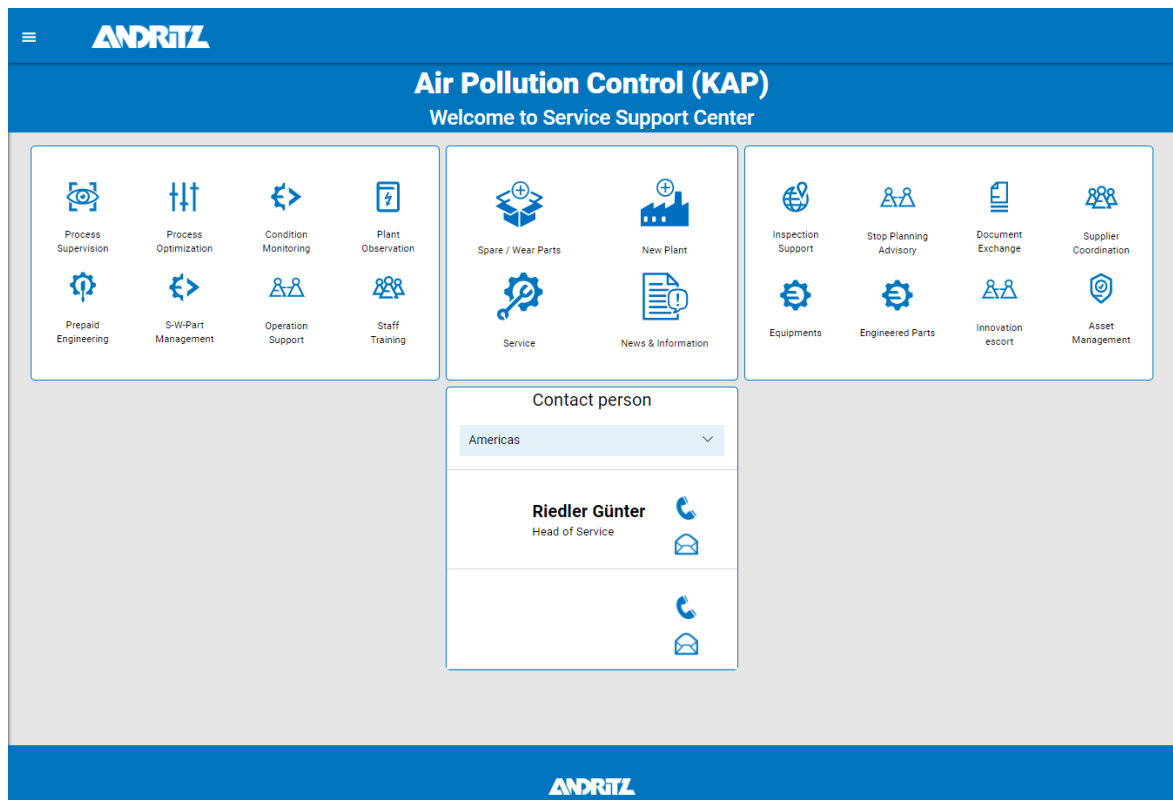


Abbildung 35, Web-App am Tablet oder Monitor

6.2.2 Erweiterung für“ Smart Services“

Die weiteren Buttons erlauben die individuelle Erweiterung mit „Smart Service“ Angeboten. Es besteht die Möglichkeit der Erweiterung von „In-App“-Käufen, wo die Verbindungen erst nach dem Einlösen von Zahlungen freigeschaltet werden. Diese Funktionalitäten erfolgen über Bereichsgrenzen hinweg, was in dieser Form ein absolutes Novum darstellt.

6.2.3 Psychologische Aspekte, Erscheinungsbild

Beim Aufbau wurden bestimmte psychologische Grundregeln berücksichtigt. Auch wurde bei der Ausführung auf die Schrift und Lesbarkeit der vorherrschenden Altersgruppe Rücksicht genommen. Aus mehrerlei Gründen wurde bei der Mobiltelefon-Version eine größere Schrift gewählt. Bei Arbeiten im Feld sind die meisten Endgeräte mit Schutzhüllen versehen, womit die Bildqualität erheblich abnimmt und die Lesbarkeit bei einer einsatzbedingt gelittenen Schutzhülle abnimmt. Auch die Sehschwächen beginnen bei der Altersdominanz bereits einzusetzen. Natürlich sind dem auch Grenzen gesetzt, da die Bildschirme nicht beliebig groß sind und eine Übersichtlichkeit erhalten bleiben muss. Weitere Betrachtungen sind nicht Gegenstand dieser Arbeit.

6.2.4 Corporate Identity (CI) als Vorgabe

Bei allen Maßnahmen ist die betriebliche Vorgabe des Layouts zu berücksichtigen. Es die dafür die Farben in RGB-Code über CSS im Programm entsprechend zu verpflegen. Auch die Logos und die Piktogramme sind in Absprache mit der Abteilung für Marketing & Communications abzustimmen. Auch der Auftritt auf der Webseite ist vor diesem Hintergrund entsprechend aufzusetzen, damit das Erscheinungsbild der Firma einheitlich bleibt.

6.2.5 Datenschutz

Die Sicherstellung der Daten ist gemäß DSGVO, harmonisierte Version für Österreich, entsprechend der Informationen auf der Homepage (Legal Disclaimer) ersichtlich.

7 Zusammenfassung

Abschließend für diese Arbeit aber untypisch für einen Businessplan folgt hier im Anschluss das Executive Summary. Da auch der Businessplan aber nicht den klassischen Vorgaben entspricht, es ist der Aufbau einer Abteilung in einer bereits etablierten Division, wird diese als Abschluss für die Zusammenfassung gesetzt.

7.1 Executive Summary

Der Status

Die Division bediente bis vor kurzem nur Kunden aus der Kraftwerksbranche. Das Fachgebiet der Anlagen umfasst das Umfeld der emissionsreduzierenden Anlagenkomponenten die in der Regel einer kommerziellen Verwertung von fossilen Brennstoffen (Kohle und Erdgas) nachgeschaltet sind. Aufgrund der Markteintrübung, die beschleunigt wurde durch die Dekarbonisierung der Atmosphäre, ist das zu erwartende Potential an neuen Anlagen sehr gering und das Heben des noch verbleibenden Anteils mutet aufgrund der Marktumgebung als ein etwas schwieriges Unterfangen an. Es wurde bereits das Geschäftsfeld um den Schiffsbereich erweitert, aber die vorherrschende Marktlage, stark von den Umständen beeinflusst, scheint noch nicht richtig Fahrt aufzunehmen.

Der Vertrieb ist nur im Rumpf vorhanden, da das Geschäft von offiziellen Ausschreibungen beherrscht war. Damit erschwert sich die Aufgabe, den noch vorhandenen Markt entsprechend aufzuarbeiten und die Projektpipeline zu füllen.

Die Intention

Für die Sicherung eines nachhaltigen Geschäfts soll als Ergänzung ein Service-Bereich das Leistungsportfolio des Bereiches erweitern. Ziel ist nicht nur den „After Sales Market“ zu erschließen, sondern auch die Aufschließung des Nachsorgegeschäfts.

Das Konzept

Das Budget ist knapp bemessen und somit ist der Aufbau einer leistungsfähigen Vertriebsorganisation nicht leistbar. Hier setzt nun die Überlegung an, die Altanlagen nach Problemen zu evaluieren. Jene die schon wegen herangetragenener Wünsche auffällig wurden, werden nun aktiv verfolgt. Über das Angebot von Studien, Ersatzteilen aber auch Serviceleistungen wie Montageassistenzen soll der Zugang zu potentiellen Kunden erfolgen. Zur Bündelung der Informationen soll, zeitadäquat mit der Digitalisierung, ein Portal als „Single Point of Contact“ installiert werden.

Das Service wird zum neuen Vertrieb. Wo man früher beim Haupteingang in die Managementtage gegangen ist, geht heute der Weg über die Produktion mit der Aufgabe die Schmerzen der Anlagenbetreuer zu lindern. Der Eintritt ist auf dieser Seite kostenpflichtig mit dem zusätzlichen Vorteil, Informationen zu einem Zeitpunkt zu bekommen wo man noch in den Kinderschuhen der Überlegungen steckt.

Die Projektlandschaft kann dadurch erheblich erweitert werden. Für die Triggerung eines Kundenrufes braucht es einen materiellen Anstoß, der aus Wartungsverpflichtungen abgeleitet werden kann oder durch zeitgerechten Verschleiß von Teilen definierter Lebensdauer. Bei adäquat geschultem Personal kann eine strategische Partnerschaft angestrebt werden, die in letzter Konsequenz in die IIoT-Situation des Asset Management mündet. Allerdings nicht mit den klassischen statistischen Methoden. Wie im Kapitel 2.5.1.1 Prognostizierbarkeit beschrieben ist die Aussage über die Ausfälle von Anlagenkomponenten oder Bereichen kaum sinnvoll und wirtschaftlich realisierbar. Es ist somit die Variante der Optimierung von Anlagen wesentlich sinnvoller. Mit dem Instrument des Live Cycle Assessment ist eine Option verfügbar derartige Anlagen mit fossiler Energie, trotz aller Kritik, besser zu stellen als sie es derzeit sind und damit die Akzeptanz für den längeren Betrieb zu erhalten.

Durch die Bündelung der Kräfte des Capital-Geschäft mit dem Informationspool des Services besteht eine Möglichkeit zu prosperierender Zusammenarbeit, die beiden zu Vorteilen verhilft.

7.2 Ausblick

Nach einer Marktbereinigung wird es für einige Jahre noch ein Geschäft sein. Wenn die alternativen Energien in der Produktion den Verbrauchszuwachs nicht leisten können, wird es vielleicht noch eine Verlängerungsrunde für die Kohlekraftwerke geben, aber das Fernziel als Sunset-Technologie ist festgeschrieben. Zu einen richtigen Wachstumsmarkt wird sich die Branche nicht mehr aufschwingen.

Index

„In-App“-Käufen, 97

Asset Management, VII, XII, 26, 44, 66, 70,
72, 73, 74, 75, 100

CAPEX, VII, 62

IIoT, IX, 1, 11, 13, 33, 35, 43, 49, 50, 64, 68,
70, 100

Legal Disclaimer, 98

Life Cycle Assessment, VIII, X, XI

Life Cycle Management, X, 54

OEE, XI, 11, 47, 48, 49, 53, 89

OPEX, XI, 62, 65

Single Point of Contact, 85, 92, 95

Weibull-Verteilung, 39, 40, 41, 43

Literatur

Bücher	
Aha13	Aha, Ulrich; Optimierung von Instandhaltungsstrategien bei unscharfen Eingangsdaten; Cottbus; Kassel University Press; 2013
All97	Allmann, Uwe; Innovatives Theatermanagement; Wiesbaden; Deutscher Universitätsverlag; 1997
Bec00	Becker Wolfgang, Frank Brinkmann; Kostenrechnung für die Instandhaltung; Bamberg; Otto-Friedrich-Universität Bamberg; 2000
Bec18	Beckmann, Michael; Hurtado, Antonio; Power Plant Technology, Kraftwerkstechnik 2018; Freiberg; Saxonia; 2018
Ber19	Bernerstätter, Robert; Reifegradmodell zur Bewertung der Inputfaktoren für datenanalytische Anwendungen; Leoben, Austria; Lehrstuhl für Wirtschafts- und Betriebswissenschaften Montanuniversität Leoben; 2019
Bra85	Braverman, Harry; Die Arbeit im modernen Produktionsprozess; Frankfurt am Main; Campus Verlag; 1985
Gün06	Günther, Edeltraud; Hoppe, Holger; Will, Gotthard; Ulmscheider, Maik; Life Cycle Costing (LCC) und Life Cycle Assessment (LCA) - eine Übersicht bestehender Konzepte und deren Anwendung am Beispiel von Abwasserpumpstationen; Dresden; Professur für Betriebswirtschaftslehre, Betrieblichen Umweltökonomie; 2006

Gün09	Günther, Edeltraud; Höhne, Christoph; Life Cycle Costing - Systematisierung bestehender Studien; Dresden; Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre Betriebliche Umweltökonomie; 2009
Gün18	Güntner, Georg; Höller, Lydia; Die digitale Transformation der Instandhaltung; Salzburg; Salzburg Research Forschungsgesellschaft m.b.H.; 2018
Her05	Hermes, Heinz-Josef; Schwarz, Gerd; Outsourcing; München; Rudolf Haufe Verlag GmbH & Co.KG; 2005
Höl14	Hölbfer, Stefan; Modell zur Auswahl von Instandhaltungsstrategien in Anlagenintensiven Industriebetrieben; ; Lehrstuhl Wirtschafts- und Betriebswissenschaften der Montanuniversität Leoben; 2014
Kuh06	Kuhn, Axel; Schuh, Günter; Stahl, Beate; "Nachhaltige Instandhaltung" Trends, Potenziale und Handlungsfelder Nachhaltiger Instandhaltung; Frankfurt am Main; VDMA Verlag; 2006
Lei18	Leitner, Ferdinand; VOLKSWIRTSCHAFTLICHE GESAMTRECHNUNGEN, Hauptergebnisse; Vienna; STATISTIK AUSTRIA; 2018
Mar19	Maringer Georg; Strategischer Einsatz von zustandsorientiertem Asset Management am Beispiel Wien Energie; Leoben; Montanuniversität Leoben; 2019
May04	Mayer G. Alexander, Söbbing Thomas; Outsourcing leicht gemacht; Frankfurt / Wien; Wirtschaftsverlag Carl Überreuter; 2004
Mou97	Moubray, John; RCM Reliability-centered Maintenance II; ; Industrial Press Inc.; 1997

Nor18	Norm, Din DIN EN 13306; Berlin; Beuth; 2018
Nor19	Norm, Din; DIN 31051; Berlin; Beuth; 2019
Pas21	Passarini, Fabrizio; Ciacci, Luca; LCA of Environmental and Energy Systems; 4052 Basel, Switzerland; MDPI; 2021
Ras00	Rasch, Alejandro Alcalde; Erfolgspotential Instandhaltung; Duisburg; Erich Schmidt Verlag; 2000
Sch16	Schusser Bert; Einführung in die Grundlagen Ressourcen- / Energieeffizienz; Mittweida; Hochschule Mittweida; 2016
Buchteile	
Bar15	Barthel, Mark; Fava, James A.; Harnanan, Curtis A.; Strothmann, Philip; Khan, Sofia ; Miller, Simon; Hotspots Analysis: Providing the Focus for Action; Heidelberg New York London; Springer Dordrecht; 2015
Bru18	Brumby Lennart ; Instandhaltung und Asset Management; Düsseldorf, Deutschland; Springer Vieweg, Jens Reichel; 2018
Dom18	Dombrowski, Uwe; Wullbrandt, Jonas; Instandhaltungsmanagement in Ganzheitlichen Produktionssystemen; Düsseldorf, Deutschland; Springer Vieweg; 2018
Hae18	Haeffs, Jean; VDI-Richtlinien – Mit Technischen Regeln Wirtschaftlichkeit erhöhen und Standards setzen; Düsseldorf, Deutschland; Springer Vieweg, Jens Reichel; 2018

Hod18	Hodapp, Wilhelm; Die Bedeutung einer zustandsorientierten Instandhaltung; Düsseldorf, Deutschland; Springer Vieweg, Jens Reichel; 2018
Lut18	Luther, Friedrich; Der Weg von einer produktionsintegrierten Instandhaltung zum erfolgreichen, outgesourceten Dienstleister; Düsseldorf, Deutschland; Springer Vieweg, Jens Reichel; 2018
Pia21	Piasecka, Izabela; Bałdowska-Witos, Patrycja; Piotrowska, Katarzyna; Tomporowski, Andrzej; Eco-Energetical Life Cycle Assessment of Materials and Components of Photovoltaic Power Plant; Basel, Switzerland; MDPI; 2021
Rau20	Raugei, Marco; Kamran, Mashael; Hutchinson, Allan; A Prospective Net Energy and Environmental Life-Cycle Assessment of the UK Electricity Grid; 4052 Basel, Switzerland; MDPI; 2020
Reb15	Rebitzer, Gerald; Introduction: Life Cycle Management; Heidelberg New York London; Springer Dordrecht; 2015
Rei18	Reichel, Jens; Gohres, Hans-Werner; Chronik der Instandhaltung; Düsseldorf, Deutschland; Springer Vieweg; 2018
Web18	Weber, Andreas; Reichel, Jens; Value Chain Service im Asset Management; Düsseldorf, Deutschland; Springer Vieweg; 2018
Berichte, Präsentationen	
Bec94	Beckermann, G.; Marx, D.; Instandhaltung von Anlagen; Leipzig; Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie; 1994

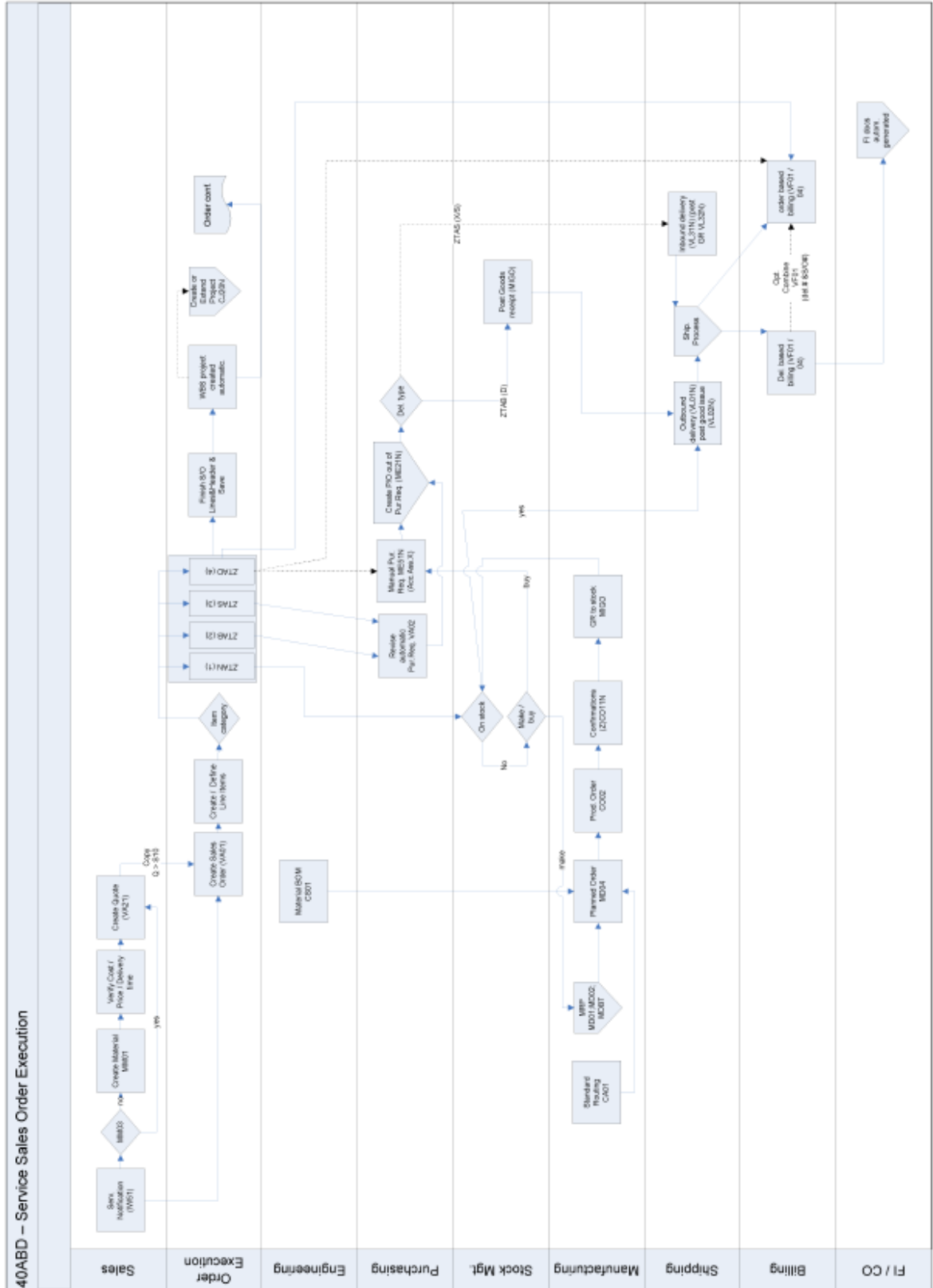
Bru19	Brumby, Lennart; Digitalisierung entlang des Asset Life Cycle; Osnabrück; DVHW Kongress; 2019
Gün15	Günter Georg ; Roadmap der Instandhaltung; Salzburg; Salzburg Research; 2015
Gün15	Eckhoff Robert ; Roadmap der Instandhaltung; Salzburg; Salzburg Research; 2015
Gün15	Markus Mark ; Roadmap der Instandhaltung; Salzburg; Salzburg Research; 2015
Iso15	Isopp Jutta ; Aus- und Weiterbildung in der Instandhaltung; Klagenfurt; Isopp, Jutta; 2015
Nor06	Norm, ISO; ISO 14044; Umweltmanagement-Ökobilanz-Anforderungen und Anleitung; Berlin; Beuth Verlag GmbH; 2006
oV15	o.V.,; Smart Maintenance für Smart Factories; Berlin; acatech - Deutsche Akademie der Wissenschaften; 2015
Webseiten	
Neu12	https://de.m.wikipedia.org/wiki/Datei:Asset_Management,_Instandhaltung,_Beratung,_Optimierung,_Lebenszyklusbetrachtung,_Ulrich_Neumueller.pdf ; 20.3.2021 19:00
Hol11	https://thomashollaender.wordpress.com/2011/05/24/geschichte-der-instandhaltung/ ; 20.3.2021 19:00

oV00	https://skapa-invest.de/glossar/asset/ ; 16.4.2021 19:00
Rud20	https://de.statista.com/statistik/daten/studie/38981/umfrage/gesamtes-bruttoanlagevermoegen-in-deutschland-seit-2000/ ; 15.4.2021 19:00
Wik201	https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Theorie_der_Verf%C3%BCgungsrechte&oldid=205613726 ; 22.11.2020 19:00
Wik21	https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Immaterieller_Verm%C3%B6gensgegenstand&oldid=211362677 ; 15.5.2021 19:00
Wik212	https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Weibull-Verteilung&oldid=212898205 ; 14.4.2021 19:00

Anlagen

Teil 1 A-I

Anlagen, Teil 1, SAP Fließbild



Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Edelschrott, den 04. Juni 2021

Günter Joachim Riedler